



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

Pedagogická fakulta

Katedra Výchovy ke zdraví

Diplomová práce

**Vliv výživy na imunitní stav jedinců se sedavým typem  
zaměstnání**

Autor: Bc. Daniela Kalistová

Vedoucí práce: doc. PaedDr. Emil Řepka, CSc.

České Budějovice, 2022



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**University of South Bohemia in České Budějovice**

Faculty of Education

Department of Health Education

Diploma thesis

# **The Influence of Nutrition on the Immune Status of the Individuals with a Sedentary Type of Job**

Author: Bc. Daniela Kalistová

Supervisor: doc. PaedDr. Emil Řepka, CSc.

České Budějovice, 2022

## **Bibliografická identifikace**

**Název diplomové práce:** Vliv výživy na imunitní stav jedinců se sedavým typem zaměstnání

**Autor:** Bc. Daniela Kalistová

**Studijní obor:** Výchova ke zdraví se zaměřením na vychovatelství

**Pracoviště:** Katedra Výchovy ke zdraví, Pedagogické fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

**Vedoucí diplomové práce:** doc. PaedDr. Emil Řepka, CSc.

**Rok obhajoby:** 2022

### **Abstrakt:**

Cílem diplomové práce je zjistit výživové návyky a vliv výživy na imunitní stav jedinců se sedavým typem zaměstnání. Teoretická část diplomové práce obsahuje popis funkce imunitního systému a popis vlivu jednotlivých živin (například aminokyselin, vitaminů, antioxidantů, probiotik apod.) na imunitní systém. Praktická část se zabývá zjišťováním výživových návyků a případným vlivem výživy na imunitní stav respondentů prostřednictvím standardizovaného dotazníku. Tato diplomová práce by mohla být přínosem pro jedince zajímající se o zlepšení svého zdraví prostřednictvím výživy.

**klíčová slova:** výživa, imunitní systém, výživové návyky, aminokyseliny, vitaminy, antioxidanty, probiotika

## **Bibliographical identification**

**Title of the diploma thesis:** The Influence of Nutrition on the Immune Status of the Individuals with a Sedentary Type of Job

**Author:** Bc. Daniela Kalistová

**Field of study:** Health Education with a Focus on Pedagogy

**Department:** Department of Health Education, Faculty of Education, University of South Bohemia in České Budějovice

**Supervisor:** doc. PaedDr. Emil Řepka, CSc.

**The Year of Presentation:** 2022

### **Abstract:**

The aim of the diploma thesis is to find out the nutritional habits and the influence of nutrition on the immune status of the individuals with a sedentary type of job. The theoretical part of the diploma thesis includes a description of the function of the immune system and a description of the effect of individual nutrients (e.g. amino acids, vitamins, antioxidants etc.) on the immune system. The practical part of the diploma thesis deals with finding out nutritional habits and the possible influence of nutrition on the immune status of the respondents through a standardized questionnaire.

**Keywords:** nutrition, immune system, nutritional habits, amino acids, vitamins, antioxidants, probiotics

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě archivovaných Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

.....  
datum

.....  
Bc. Daniela Kalistová

#### Poděkování:

Chtěla bych poděkovat panu doc. PaedDr. Emilovi Řepkovi, CSc. za odbornou pomoc, trpělivost a cenné rady, které mi byly přínosem při vypracovávání této práce. Dále také děkuji respondentům, kteří se zúčastnili dotazníkového šetření.

# OBSAH

ÚVOD .....	10
<b>I. TEORETICKÁ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE .....</b>	<b>11</b>
<b>1. IMUNITNÍ SYSTÉM.....</b>	<b>11</b>
1.1. FUNKCE IMUNITNÍHO SYSTÉMU.....	11
1.2. NESPECIFICKÁ IMUNITA.....	11
1.3. SPECIFICKÁ IMUNITA.....	12
1.4. MECHANISMY NESPECIFICKÉ IMUNITY .....	12
1.4.1. <i>Kožní a slizniční bariéry</i> .....	13
1.4.2. <i>Fygocytóza</i> .....	13
1.4.3. <i>Komplementový systém</i> .....	14
1.4.4. <i>Interferony</i> .....	15
1.4.5. <i>Záněť</i> .....	15
1.5. MECHANISMY SPECIFICKÉ IMUNITY .....	16
1.5.1. <i>Humorální specifická imunita</i> .....	16
1.5.1.1. Protilátky (imunoglobuliny) .....	17
1.5.1.1.1. Imunoglobuliny M (IgM) .....	18
1.5.1.1.2. Imunoglobuliny G (IgG) .....	18
1.5.1.1.3. Imunoglobuliny A (IgA).....	19
1.5.1.1.4. Imunoglobuliny D (IgD) .....	19
1.5.1.1.5. Imunoglobuliny E (IgE) .....	20
1.5.2. <i>Buněčná specifická imunita</i> .....	21
1.5.2.1. APC buňky (antigen-presenting cells, antigen prezentující buňky) .....	21
1.5.2.2. Regulační druhy lymfocytů.....	21
1.5.2.3. Cytotoxické T-lymfocyty.....	22
1.5.3. <i>Cytokiny</i> .....	22
1.6. BAKTERIÁLNÍ STŘEVNÍ MIKROFLÓRA .....	23
1.7. PATOFYZIOLOGIE IMUNITNÍHO SYSTÉMU .....	24
1.7.1. <i>Imunodeficience</i> .....	25
1.7.2. <i>Alergie</i> .....	25
1.7.3. <i>Autoimunita</i> .....	26
<b>2. VLIV JEDNOTLIVÝCH ŽIVIN NA IMUNITNÍ SYSTÉM .....</b>	<b>27</b>
2.1. VLIV SACHARIDŮ NA IMUNITNÍ SYSTÉM.....	27
2.1.1. <i>Glukany</i> .....	27
2.1.1.1. Zdroje beta-glukanů .....	29

2.1.2.	<i>Prebiotika</i> .....	30
2.1.2.1.	Zdroje prebiotik .....	30
2.2.	VLIV LIPIDŮ NA IMUNITNÍ SYSTÉM .....	31
2.2.1.	<i>Mastné kyseliny</i> .....	31
2.2.1.1.	Nasycené mastné kyseliny .....	31
2.2.1.2.	Nenasycené mastné kyseliny .....	32
2.2.1.2.1.	Monoenové (mononenasycené) mastné kyseliny (MUFA) .....	32
2.2.1.2.2.	Polyenové (polynenasycené) mastné kyseliny .....	33
2.2.2.	<i>Doporučený příjem a zdroje mastných kyselin</i> .....	36
2.2.3.	<i>Mastné kyseliny podle výskytu v různých typech potravin</i> .....	36
2.3.	VLIV PROTEINŮ NA IMUNITNÍ SYSTÉM .....	37
2.3.1.	<i>Aminokyseliny</i> .....	37
2.3.1.1.	Arginin .....	39
2.3.1.2.	Glutamin .....	40
2.3.1.3.	Taurin .....	41
2.3.1.4.	Glycin .....	42
2.3.1.5.	Rozvětvené aminokyseliny .....	43
2.4.	VLIV VITAMINŮ NA IMUNITNÍ SYSTÉM .....	44
2.4.1.	<i>Vitamin A</i> .....	44
2.4.2.	<i>Karotenoidy</i> .....	45
2.4.3.	<i>Vitamin E</i> .....	47
2.4.4.	<i>Vitamin D</i> .....	49
2.4.5.	<i>Vitamin C</i> .....	49
2.4.6.	<i>Vitamin B6</i> .....	51
2.4.7.	<i>Vitamin B7</i> .....	52
2.4.8.	<i>Vitamin B9</i> .....	53
2.4.9.	<i>Vitamin B12</i> .....	54
2.5.	VLIV MINERÁLNÍCH LÁTEK NA IMUNITNÍ SYSTÉM .....	55
2.5.1.	<i>Zinek</i> .....	56
2.5.2.	<i>Selen</i> .....	58
2.5.3.	<i>Měď</i> .....	59
2.5.4.	<i>Železo</i> .....	60
2.5.5.	<i>Hořčík</i> .....	61
2.5.6.	<i>Jód</i> .....	62
2.6.	VLIV PROBIOTIK NA IMUNITNÍ SYSTÉM .....	63
2.7.	VLIV ANTIOXIDANTŮ NA IMUNITNÍ SYSTÉM .....	66
2.7.1.	<i>Koenzym Q10</i> .....	67
2.7.2.	<i>Flavonoidy</i> .....	68



2.7.3. <i>Epigallocatechin gallát (EGCG)</i> .....	69
2.7.4. <i>Resveratrol</i> .....	70
<b>II. PRAKTICKÁ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE</b> .....	<b>71</b>
<b>3. CÍL PRÁCE, VÝZKUMNÉ OTÁZKY, ÚKOLY PRÁCE</b> .....	<b>71</b>
3.1. CÍL PRÁCE .....	71
3.2. VÝZKUMNÉ OTÁZKY .....	71
3.3. ÚKOLY PRÁCE .....	72
<b>4. METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>72</b>
4.1. POPIS VÝZKUMNÉHO SOUBORU .....	72
4.2. POPIS METODICKÉHO POSTUPU .....	73
4.3. SBĚR A ANALÝZA DAT .....	73
<b>5. ROZBOR VÝSLEDKŮ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ</b> .....	<b>74</b>
<b>6. DISKUSE</b> .....	<b>93</b>
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>97</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ</b> .....	<b>98</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>108</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ</b> .....	<b>109</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>110</b>
PŘÍLOHA Č. 1: DOTAZNÍK K DIPLOMOVÉ PRÁCI .....	110

# Úvod

Vliv výživy na imunitní systém je velmi diskutovaným a aktuálním tématem. Optimální fungování imunitního systému je jedním ze základních pilířů celkového zdraví celého lidského organismu. To je podle mě důvodem, proč se toto téma týká každého člověka.

Imunitní systém je velice složitý systém složený z velkého množství kaskádovitých reakcí a mechanismů, které zajišťují ochranu organismu před různými formami patogenních činitelů a brání vzniku různých onemocnění, například onemocnění infekčního původu.

K oslabení funkcí imunitního systému dochází vlivem různých negativních determinantů. Jsou jimi například dlouhodobé nadměrné psychické vypětí (jinými slovy dlouhodobý stres), nedostatek spánku, nedostatek pohybové aktivity, špatné životní prostředí, nadměrná konzumace alkoholu, kouření a v neposlední řadě nesprávné stravování.

V minulosti zkoumaly vliv jednotlivých makro i mikroživin různé odborné studie, z nichž některé z nich zmiňuji v rámci teoretické části této diplomové práce jako součást jednotlivých podkapitol zkoumajících vliv různých látek přijímaných potravou na funkce imunitního systému. Těmito látkami jsou například některé aminokyseliny, vitaminy atd.

V úvodu teoretické části diplomové práce se zabývám funkcí imunitního systému, jeho fyziologií, specifickou a nespecifickou imunitou a jejími mechanismy, buňkami imunitního systému a patofyziologií imunitního systému. V dalších kapitolách rozebírám jednotlivé živiny, které mají pozitivní vliv na imunitní systém.

V rámci praktické části diplomové práce stanovuji cíl práce, formuluji výzkumné otázky, metodiku práce, popis výzkumného souboru, popis metodického postupu, dále popisuji formu sběru a analýzu dat a rozbor získaných dat. Základem výzkumu byl mnou vytvořený standardizovaný dotazník s uzavřenými otázkami zjišťující výživové návyky a vliv výživy na imunitní stav jedinců se sedavým typem zaměstnání na základě subjektivního hodnocení těchto respondentů.

# I. TEORETICKÁ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE

## 1. Imunitní systém

### 1.1. Funkce imunitního systému

Imunitní systém se spolu se systémy nervovým a humorálním (endokrinním / hormonálním) podílí na zajišťování stálosti vnitřního prostředí lidského organismu. Tato funkce je nezbytná pro udržení všech životně důležitých funkcí organismu. Ochrana organismu před škodlivými látkami vnějšího i vnitřního prostředí je velmi energeticky náročná a organismus pro průběh imunitních dějů využívá energii získanou ze stravy. Homeostáza, jinými slovy stálost (integrita) vnitřního prostředí organismu, je jednou ze základních vlastností živých organismů, včetně člověka, a nutnou podmínkou pro přežití. Imunitní systém je jedním ze základních homeostatických mechanismů organismu. Jeho hlavním cílem je udržování integrity organismu tím, že rozpoznává molekuly a buňky tělu vlastní a ty, které jsou pro tělo cizorodé, pomocí určitých mechanismů likviduje. Tím chrání organismus proti škodlivým látkám zevního i vnitřního původu. (Hořejší, Bartůňková, 2005)

Existují dva typy imunitních mechanismů, a to tzv. specifická a nespecifická imunitní odpověď organismu. Tyto dva druhy mechanismů se navzájem doplňují a ovlivňují. (Hořejší, Bartůňková, 2005)

### 1.2. Nespecifická imunita

Tento typ imunitních mechanismů bývá jinými slovy také nazýván neadaptivní, vrozený, nebo také jako přirozený a je vývojově starší. Tyto mechanismy jsou funkční od narození člověka a vyvíjí se již během intrauterinního vývoje plodu. Na jakoukoli cizorodou látku reagují rychle a účinně (řádově v minutách) tím, že ji zničí a vyloučí

z organismu. Učiní tak bez přesného rozpoznání její specifické struktury a vlastností. Nevytvářejí tzv. imunologickou paměť, neboť nejsou závislé na předchozím setkání s látkou, která odezvu tohoto mechanismu vyvolala. (Trávníčková, 2003)

### **1.3. Specifická imunita**

Tento typ imunitních mechanismů bývá též nazýván jako adaptivní nebo získaný a je evolučně mladší. Na základě genetické informace se částečně vyvíjí také během intrauterinního vývoje, ale jeho mechanismy se dále rozvíjejí postupně během života jedince, a to v návaznosti na děje realizované nespecifickým typem imunity (zejména fagocytózou). Aby se tyto mechanismy plně vyvinuly, je zapotřebí setkání s konkrétními patogenními strukturami, například s konkrétními bakteriemi, viry, toxiny nebo cizorodými tkáněmi. Tento typ imunity se rychle rozvíjí již po narození po tom, co je organismus jedince vystaven množství antigenů zevního prostředí. (Trávníčková, 2003)

### **1.4. Mechanismy nespecifické imunity**

Mezi nespecifické obranné mechanismy patří:

- bariérové vlastnosti kůže a sliznic
- fagocytóza
- NK-buňky (= natural killers / přirození zabíječi)
- baktericidní látky tělních tekutin a antivirové látky (nespecifické virové inhibitory a interferony)
- komplementový systém
- zánětlivé reakce (Nečas, 2005)

### 1.4.1. Kožní a slizniční bariéry

Pokud jsou kůže a sliznice anatomicky i fyziologicky zdravé a neporušené, oddělují organismus od vnějšího prostředí a jsou tak účinnými obrannými mechanismy proti pronikání cizorodých látek do organismu. (Hořejší, Bartůňková, 2005)

Tyto obranné mechanismy se dále dělí na chemické a mikrobiální. Do chemických mechanismů spadají sliny, slzy, pot a střevní stěna. Konkrétními chemickými látkami jsou enzym lysozym ve slinách rozrušující bakteriální stěnu, dále kyselina chlorovodíková obsažená v žaludeční šťávě, která má velmi nízké pH a silný baktericidní účinek a mastné kyseliny na kožním povrchu. Neapatogenní mikroflóra uvnitř organismu je tzv. neimunitním obranným mechanismem a označuje se jako mikrobiální. Do této skupiny patří bakteriální mikroflóra, která v řadě případů díky svému antigennímu složení (endo a exo-antigeny) působí imunomodulačně. (Trávníčková, 2003)

### 1.4.2. Fagocytóza

Jedná se o děj, při němž dochází k pohlcování cizorodých látek konkrétním typem buněk a to tzv. fagocyty. Ty se dělí na dva hlavní typy – makrofágy a mikrofágy. Existuje také zvláštní typ fagocytujících buněk, kterými jsou dendritické buňky. Jejich hlavním cílem je zpracování a prezentace antigenu a tím tvoří jakýsi spoj mezi specifickým a nespecifickým typem imunity. (Bernášková, 2000)

Mikrofágy vznikají z neutrofilních granulocytů a jako zralé buňky jsou přítomny v krvi. Pokud v organismu dojde k propuknutí zánětu, protáhnou se přes póry v bazální membráně cévní stěny a pronikají do místa zánětu. V cílové tkáni mají krátkou životnost a poté, co dojde ke splnění jejich úkolu, hynou. (Hořejší, Bartůňková, 2005)

Makrofágy jsou tkáňovým typem krevních monocytů. Buď putují volně tkáněmi anebo v konkrétní tkáni jsou fixně a mají specializovanou funkci. Příkladem mohou být Kupfferovy buňky jater, mikroglie v CNS, osteoklasty v kostech nebo Langerhansovy

buňky v epidermis kůže. Úkolem makrofágů je fagocytovat cizorodé látky a zároveň se podílejí i na zánětlivých reakcích v organismu. (Bernášková, 2000)

Cílem fagocytózy je jednak zlikvidovat choroboplodné mikroorganismy, ale také odklidit z těla buňky jemu vlastní, které jsou poškozené, přestárlé nebo jinak pozměněné. Aby nedošlo k pohlcování zdravé buňky nebo normální složky organismu fagocytem, musí fagocyty tyto objekty selektivně rozpoznat. K tomu slouží látky nazývané chemokiny a dále také molekulární charakteristiky povrchu buňky nebo částice. Další možností je i tzv. opsonizace. Jedná se o proces, při kterém dochází k označení a zvýraznění částice určené k fagocytóze vazbou signálních molekul imunitního systému. Jako opsoniny působí složky aktivovaného komplementového systému. (Fučíková 1997)

Proces fagocytózy se skládá ze 3 dějů. Nejprve dojde k navázání kontaktu fagocytující buňky a povrchu cílové částice a dále následuje pohlcení (ingesce) díky činnosti kontraktilních bílkovin. V místě kontaktu s fagocytovanou částicí vytvoří plazmatická membrána pseudopodie (panožky) a ty pohlcovanou částicí uzavřou. Výsledkem toho je fagocytární vakuola s cizorodou částicí uvnitř. Jedná se o tzv. fagosom. V dalším kroku vzniká tzv. fagolizom, který vznikne splynutím granul s mikrobicidní látkou a enzymy. Poslední fází fagocytózy je destrukce cizorodé částice, která probíhá různými způsoby. Může dojít například ke změně pH nebo ke zničení dojde působením lysozomálních enzymů. (Trávníčková, 2003)

### **1.4.3. Komplementový systém**

Komplementový systém neboli tzv. komplemet je soubor glykoproteinů a plazmatických proteinů v krevní plazmě. Tento komplex má velmi složité a rozmanité složení, které zahrnuje více jak 20 rozpustných složek přítomných v inaktivní podobě. Většina z nich je ve formě prekurzorů enzymů, v tělesných tekutinách a v krevní plazmě. K aktivaci komplementového systému dochází kaskádovitě. To znamená, že produkt jednoho kroku štěpí do té doby neaktivní prekurzor další složky systému. Po aktivaci se složky tohoto systému štěpí a působí jako opsoniny, které napomáhají fagocytóze bakterií, nebo slouží jako mediátory zánětu a mají vliv na množství

zánětlivých buněk v organismu. Komplementový systém má membranolýtický účinek a baktericidně působí na gramnegativní bakterie. Receptory pro tento systém se nacházejí ve většině buněk lidského organismu. (Trávníčková, 2003)

#### **1.4.4. Interferony**

Interferony jsou látky, které spadají mezi cytokininy. Vyskytují se ve třech variantách:

- interferon alfa
- interferon beta
- interferon gama

Typy alfa a beta jsou produkovány všemi buňkami, které mají jádro (jadernými buňkami), u nichž došlo ke stimulaci virovou infekcí. V buňkách mají za úkol indukovat tvorbu proteinů, které mají bránit vniknutí virů dovnitř buňky. Dále mají také za cíl zvyšovat aktivitu NK-buněk a spolu s nimi cytotoxicky ničit virem napadené buňky. Interferon typu gama je klíčovým pro rozvinutí specifické imunitní reakce zprostředkované buňkami. (Fučíková, 1997)

#### **1.4.5. Zánět**

Zánět je obranná reakce organismu, který tímto způsobem reaguje na virovou, bakteriální nebo parazitární infekci. Konkrétně se jedná o komplex buněčných, humorálních a cévních patofyziologických změn v organismu, jejichž cílem je zničit infekční materiál. Na průběhu zánětu se podílejí různé typy buněk. Jsou jimi například makrofágy, mikrofágy a mastocyty a jako mediátory zánětu slouží histamin, serotonin nebo bradykinin. Mohou působit jednak lokálně nebo systémově. (Fučíková, 1997)

## 1.5. Mechanismy specifické imunity

Do specifických obranných mechanismů organismu se řadí tyto dva mechanismy:

### 1. Humorální imunitní odezva

- B-lymfocyty
- protilátky

### 2. Imunitní odezva zprostředkovaná buňkami

- antigen-prezentující buňky
- regulační lymfocyty
- efektorové lymfocyty

Tyto dva mechanismy jsou aktivovány po setkání s určitým antigenem. (Nečas, 2005)

#### 1.5.1. Humorální specifická imunita

Tento typ imunitních obranných mechanismů je zprostředkován protilátkami uvolňovanými z aktivovaných plazmocytů (B-lymfocytů). Dále se na této imunitní reakci podílejí makrofágy, které prezentují antigen B-buňkám a pomocné Th2 lymfocyty produkující interleukiny. (Bernášková, 2000)

Po opuštění kostní dřeně zůstávají B-lymfocyty zejména v lymfatických tkáních do té doby, než se setkají s antigenem. V dalším kroku makrofág prezentuje B-buňce antigen tak, že fagocytuje cizorodou látku, částečně ji stráví a složky, které mají antigenní povahu exponuje na svém povrchu. Tyto složky se aktivují po navázání na receptor B-buňky (BCR, B cell receptor). V další fázi se aktivované lymfocyty začínají zvětšovat a dochází u nich k tzv. blastické transformaci, prolifерují a diferencují se v plazmatické buňky. Tyto buňky vylučují (sekretují) specifické protilátky, které jsou pomocí lymfatických cév přenášeny do krve. (Fučíková, 1997)

Po rozpoznání antigenu se část B-lymfocytů množí diferencuje na paměťové buňky, které v organismu cirkulují a vstupují do lymfatických tkání, kde zůstávají v neaktivní formě do doby, než se setkají s tímtož antigenem. Po setkání s antigenem



začínají produkovat velké množství protilátek. Tento typ mechanismu se nazývá tzv. sekundární odpověď a na jeho principu je založen typ imunity vzniklé po prodělané infekční chorobě nebo po očkování. (Trávníčková, 2003)

B-lymfocyty vytvářejí první protilátky již v kostní dřeni, kde dozrávají v imunokompetentní buňky. Protilátky, imunoglobuliny, se váží na povrchové membrány B-buněk a slouží zde jako jejich receptory pro daný antigen. Tyto receptory jsou specifické a vznikají rearrangmentem (přeorganizováním) imunoglobulinových genů. (Trávníčková, 2003)

### **1.5.1.1. Protilátky (imunoglobuliny)**

Imunoglobuliny se svým chemickým složením řadí mezi glykoproteiny. Existují různé typy imunoglobulinových molekul. Nejjednodušší je složena ze dvou identických párů řetězců, dvou L-řetězců (light, lehký řetězec) a dvou H-řetězců (heavy, těžký řetězec). Tyto řetězce jsou uspořádané symetrickým způsobem do tvaru tiskacího písmene Y. L-řetězce i H-řetězce jsou v B-buňce tvořeny odděleně a v kompletní molekulu imunoglobulinu (protilátky) jsou spojeny až později. (Trávníčková, 2003)

Imunoglobulinová molekula má na jednom konci konstantní část (Fc část) a na druhém konci aminoterminální část, kde se nachází vysoce variabilní pořadí aminokyselinových zbytků (Fab část). Jedná se o variabilní části, tzv. hypervariabilní okrsky L- a H-řetězců, jejichž povrch je komplementární k určitému typu antigenu. Mezinárodně se tyto okrsky označují jako CDRs (complementarity determinig regions). CDRs slouží jako vazebná místa pro antigenní epitopy, což je oblast antigenu rozeznávající imunitní receptory. (Fučíková, 1997)

L-řetězce jsou oproti H-řetězcům kratší a dělí se na další dva typy – kappa a lambda. H-řetězce se podle rozdílné struktury konstantní části rozlišují na pět typů (tříd) a to konkrétně na IgM, IgG, IgA, IgD a IgE. (Fučíková, 1997)

Každý B-lymfocyt (plazmocyt) vytváří jeden druh protilátek. Tím je dána specifita jednotlivých imunoglobulinů. Výjimku tvoří imunoglobuliny IgG a IgM, které jsou tvořeny jednou buňkou. (Trávníčková, 2003)

#### **1.5.1.1.1. Imunoglobuliny M (IgM)**

Tvoří přibližně 10 % sérových hormonů v organismu. Jeho vázaná forma je součástí buněčné membrány neaktivovaných B-lymfocytů. Vzniká primární imunitní odpovědí v okamžiku, kdy dojde k prvnímu styku s antigenem. Řadí se mezi přirozené protilátky. Jeho hlavním úkolem je aktivace komplementového systému a destrukce bakterií prostřednictvím aglutinace (shlukování). IgM tvoří pentamer, což je velká molekula, která například znemožňuje průchod placentou (oproti IgG). To je důvodem, že je sérová koncentrace IgM u novorozenců velmi nepatrná. První protilátky IgM se objevují přibližně v půl roce života jedince. (Bernášková, 2000)

#### **1.5.1.1.2. Imunoglobuliny G (IgG)**

Představuje přibližně 75 % imunoglobulinů v těle. Vyskytuje se jednak intravaskulárně (uvnitř cév) i extravaskulárně. Jedním z jeho cílů je inaktivace virů a neutralizace bakteriálních toxinů. Má opsonizační schopnost, aktivuje komplemetový systém a usnadňuje fagocytózu. Je schopen procházet placentou a rovněž se vyskytuje v mateřském mléce. (Bernášková, 2000)

Dělí se na čtyři podtypy – IgG1, IgG2, IgG3 a IgG4.

IgG1 a IgG3 jsou zaměřeny na proteiny virů a bakterií a jejich tvorba je závislá na Th-lymfocytech. IgG2 působí proti polysacharidovým antigenům, například proti opouzdřeným bakteriím streptokoků typu A. Oproti předešlým dvěma skupinám nejsou závislé na Th-lymfocytech. Ve spolupráci s Ig3 se podílejí na zničení infekce způsobené *Haemophilus influenzae*. IgG4 mají schopnost vázat se na žírné buňky tkání a likvidují tak parazity, toxické složky hmyzu, potravin nebo například hadí jedy. To, jaký typ IgG je syntetizován, je závislé na vlastnostech antigenu, místě proniknutí do organismu a na jeho množství. Dále pak také lokálně produkovanými interleukiny, což je skupina cytokinů, které se podílejí na regulaci imunitních dějů v organismu. V krvi zdravých jedinců převládají v cytoplazmě B-lymfocytů podtypy protilátek IgG1 a IgG2 a v tonzilách IgG1 a IgG3. (Fučíková, 1997)

### 1.5.1.1.3. Imunoglobuliny A (IgA)

IgA je přítomen cca z 15-20 % v séru. Je složen z 90 % z monomeru a 10 % tvoří polymery, které jsou schopny se navázat na enzymu a bílkovinu albumin. Vyskytuje se zejména intravaskulárně. IgA nemá schopnost procházet placentou z matky na plod. V organismu se tvoří pomalu a až přibližně v 16ti letech je jeho koncentrace rovna hodnotám naměřených u dospělých jedinců. Pod tento typ protilátek spadají 2 podtypy: IgA1 a IgA2. IgA1 se nachází v tělních sekretech a krevním oběhu a je zaměřen na potravinové a bakteriální antigeny. IgA2 se vyskytuje zejména v tlustém střevě, ve kterém působí proti lipopolisacharidovým endotoxinům. Je poměrně dobře odolný proti bakteriálním proteázám. Jeho podtypem je tzv. sekreční IgA. Je nazýván sekrečním, neboť se vyskytuje v různých typech tělních sekretů. Jsou jimi sliny, slzy, hleny nosní sliznice a průdušek a hlenovité sekrety ve střevech. Má poměrně vysokou koncentraci například i v mlezivu (kolostrum), čímž u kojeného novorozence dochází k pasivní imunizaci mateřským mlékem, obzvláště účinné proti střevním infekcím. (Bernášková, 2000)

Jeho hlavním cílem je ochrana sliznic probíhající tím způsobem, že sekreční IgA zabráni adhezi bakterií na povrchu sliznic, dále neutralizuje viry a naváže antigeny, které jsou přítomny pod epitelovou vrstvou. Ty jsou pak přenášeny ve formě imunokomplexů nazpět do střevního lumen (vnitřek střeva). Odtud jsou odstraňovány spolu se stolicí. (Fučíková, 1997)

### 1.5.1.1.4. Imunoglobuliny D (IgD)

Koncentrace tohoto typu imunoglobulinu je v séru velmi nízká. Jeho uplatnění je zejména jako membránový receptor B-lymfocytů. Poté, co dojde k prvnímu kontaktu s antigenem, neobjeví se protilátky ihned, ale až po uplynutí určité doby. Toto období se nazývá fáze latence a trvá cca 5-7 dní. Po uplynutí fáze latence dojde k produkci specifických protilátek, zejména pak k produkci IgM. Toto trvá dalších přibližně 5-10 dní. Poté dochází k maximální koncentraci těchto protilátek v krvi. Tuto reakci nazýváme *primární protilátkovou odpovědí*. Jakmile dojde k opětovnému setkání

s daným konkrétním antigenem, nastává reakce nazývaná *sekundární protilátková odpověď*, jinak též *anamnestická reakce*. Podílejí se na ní také paměťové lymfocyty. Během anamnestické reakce je koncentrace IgG v krevním řečišti přibližně 10x vyšší než během primární protilátkové odpovědi. Imunologická odpověď protilátek na určitý antigen se tím zefektivňuje. Vzniklé protilátky mají vysokou afinitu (přilnavost) k působícímu antigenu. (Fučíková, 1997)

Ať už jsou antigeny cizorodého původu nebo jsou tělu vlastní, protilátky je nejsou schopny samy zničit, ale pouze zachytit a označit. Vytvářejí proto tzv. *imunokomplexy*. Jedná se o složeninu komplementových fragmentů a antigen s navázanými protilátkami. Tyto vzniklé komplexy jsou dále navázány receptory fagocytů, které je odstraní z organismu. Jak již bylo zmíněno, fagocyty mají schopnost opsonizace a díky tomu jsou schopny antigenní struktury obalit a následně zničit. Nepotřebné imunokomplexy jsou pomocí erytrocytů (červených krvinek) navázány a přenášeny do jater a sleziny, kde dochází k jejich odbourávání. (Hořejší, Bartůňková, 2005)

#### **1.5.1.1.5. Imunoglobuliny E (IgE)**

Tento typ se vyskytuje v organismu ve velice nízkých koncentracích. Nachází se jednat v séru, tak i v různých tkáních. Jeho cílem je zejména obrana organismu proti parazitárním infekcím, jelikož působí na eozinofilní granulocyty a ty jsou toxické vůči některým druhům parazitů. Má homocytotropní vlastnost, což má za následek navázání své části řetězce na membránu žírných buněk nebo bazofilních granulocytů. Výsledkem tohoto děje je degranulace bazofilů a dojde k vyplavení substance, která má prozánětlivé vlastnosti. (Bernášková, 2000)

U jedinců, kteří mají sklon k alergickým reakcím (atopiků) spojených s IgE, je hladina těchto protilátek v organismu poměrně vysoká. To má za následek zvýšenou přecitlivělost organismu (alergické reakce), vznik atopického ekzému nebo některých forem asthma bronchiale. (Fučíková, 1997)

## **1.5.2. Buněčná specifická imunita**

Tento typ imunity je zajišťován zejména T-lymfocyty a jejím cílem je obrana proti různým typům infekce, především virového a plísňového původu. Dále je také specializována na boj s nádorovými buňkami. (Trávníčková, 2003)

Pod specifickou buněčnou imunitu spadají:

### **1.5.2.1. APC buňky (antigen-presenting cells, antigen prezentující buňky)**

Do této skupiny buněk spadají makrofágy a dendritické buňky. Svůj název mají odvozený od faktu, že mají schopnost zpracovat antigeny a prezentovat je na svém povrchu ve formě, která je dále analyzována a rozpoznána imunokompetentním T-lymfocytům, který nese specifický receptor (TCR), který je specificky vyvinutý proti daným antigenům. (Nečas, 2005)

### **1.5.2.2. Regulační druhy lymfocytů**

V této skupině jsou tzv. pomocné lymfocyty, lymfocyty supresorové, Th-lymfocyty a Ts-lymfocyty. Th-lymfocyty mají vliv na prakticky všechny druhy imunitních reakcí, protože jejich mediátory, které vylučují, mají schopnost regulovat celou imunitu organismu. (Bernášková, 2000)

Dělí se na podtypy Th1 a Th2. Th1-lymfocyty vyvolávají specifickou imunitní odpověď, která je způsobena prostřednictvím buněk (Tc typ buněk). Th2-lymfocyty oproti tomu vyvolávají specifickou imunitní odpověď prostřednictvím konkrétních protilátek. (Nečas, 2005)

Th-lymfocyty způsobují stimulaci supresorových a cytotoxických buněk, které jsou důležité pro vytvoření protilátek v B-buňkách a zpětnově ovlivňují svou

činnost. To znamená, že prekurzory Th-buněk (Th-lymfocytů) tak proti cizorodým antigenům vytvářejí (indukují) specifické imunitní děje. (Trávníčková, 2003)

Ts-lymfocyty dokáží po destrukci patogenu ukončit imunitní reakci organismu a tím zamezují poškození buněk a tkání aktivovanými imunokompetentními buňkami. Je to způsobené tím, že jsou schopny eliminovat funkce Tc a Th buněk (lymfocytů) a imunologickou odpověď B-buněk (B-lymfocytů) na daný antigen. (Bernášková, 2000)

### **1.5.2.3. Cytotoxické T-lymfocyty**

Tento druh lymfocytů je schopen na povrchu kterékoliv buňky těla rozpoznat cizorodý antigen, porušit membránu dané buňky a zničit ji prostřednictvím vpuštění cytolytických produktů, které způsobí její destrukci. Jejich primárním cílem je zničení virem napadených buněk, dále se podílejí na destrukci rakovinných buněk, některých parazitů a bakterií. (Bernášková, 2000)

Klíčovou schopností buněčné specifické imunitní reakce je tzv. imunologická paměť. Když dojde k prvnímu střetnutí s antigenem, organismus provádí tzv. imunizaci, jinými slovy si tvoří paměťové buňky proti konkrétnímu antigenu, se kterým přišel do styku. Když dojde k dalším setkáním s tímto antigenem, specifická imunita je paměťovými buňkami podnícena, aby rychle a účinně zamezila opětovnému vzniku onemocnění. (Trávníčková, 2003)

### **1.5.3. Cytokiny**

Oba druhy imunitních reakcí, jak nespecifická, tak hlavně specifická imunita, jsou regulovány velkým množstvím tkáňových působků (tj. humorálních látek = tkáňových hormonů). Souhrně je tato skupina látek označována pojmem cytokiny. Jedná se o různorodou (heterogenní) skupinu biologicky aktivních látek. Chemicky se jedná o látky polypeptidové povahy. Tyto konkrétní polypeptidy jsou produkované

během imunitních reakcí buňkami různých orgánů. Na jednu stranu jsou vysoce účinné, ale zároveň mají krátký poločas působení, než dojde k jejich rozpadu. Působí především lokálně. Váží se na různé buňky imunitního systému pomocí svých receptorů a do jejich buněčného jádra přenášejí informaci pomocí které ovlivňují výslednou činnost těchto buněk. (Fučíková, 1997)

Z hlediska jejich funkce se cytokiny dělí na prozánětlivé cytokiny, kam spadají interleukiny (IL) a tumor-nekrotizující faktor (TNF). Další skupinou jsou cytokiny s antivirovým a antiproliferačním působením, které dohromady nesou společný název interferony. Poslední skupinou jsou regulační cytokiny. (Nečas, 2005)

## **1.6. Bakteriální střevní mikroflóra**

Funkce střev, konkrétně bakteriální mikroflóry uvnitř tlustého střeva hraje z hlediska efektivity lidského imunitního systému velmi důležitou roli. Zdravé trávicí ústrojí je pro správný vývoj a funkci imunity nepostradatelným faktem. Je tomu tak z toho důvodu, že se v jeho oblasti vyskytuje velké množství buněk, které klíčově ovlivňují jednak imunitní systém, tak v konečném důsledku i zdraví celého lidského organismu. (Suchánek, 2007)

Pojem střevní mikroflóra představuje specificky vyvážený mikrobiální systém neboli tzv. mikrobiální ekosystém. K osídlování tlustého střeva těmito mikroorganismy dochází již po narození. Trávicí ústrojí plodu je před porodem sterilní a prvním zdrojem mikrobiální „kontaminace“ pro novorozence je vaginální mikrobiom matky. Prvními bakteriemi, se kterými jedinec přichází do styku, jsou konkrétně anaerobní bakterie *Streptococcus*, *Staphylococcus* a *Enterobacter*. Tyto typy bakterií jsou charakterizovány tím, že metabolizují kyslík a také svým vysokým redukčním potenciálem. Teprve když dojde ke spotřebování kyslíku, vytvoří se podmínky pro růst bifidobakterií a laktobacilů. Pokud jsou novorozenci porozené vaginální cestou, jsou donošené a plně kojené, jsou ve stáří jednoho týdne již osídleny anaerobní mikroflórou, zejména bakteriemi druhu *Bacteroides*. Mikroflóra, v níž z cca 90 % převažují bakterie druhu bifidobakterií a laktobacilů, se vytváří během jednoho měsíce života dítěte. Tento fakt je

jedním z hlavních důvodů důležitosti kojení v utváření zdravé střevní mikroflóry a imunitního systému kojenců. V okamžiku přestání kojení a přechodu na druhově různorodou stravu se v závislosti na tom zvyšuje i druhová pestrost bakterií v trávicím traktu dítěte. Složení střevní mikroflóry dítěte se stabilizuje přibližně na konci druhého roku života dítěte a podobá se střevní mikroflóře dospělého jedince. (Nevoral, 2006)

Počet zdravých prospěšných mikroorganismů v trávicím traktu dospělých jedinců je odhadován přibližně na  $10^{14}$ . V žaludku a tenkém střevě je počet bakterií relativně malý, tj. méně než 103 jednotek, které vytvářejí kolonie. Naopak v tlustém střevě se vyskytuje přibližně 400 známých, a dokonce i velký počet doposud neznámých druhů bakterií. (Nevoral, 2006)

Mezi nejprospěšnější druhy mikroorganismů vyskytujících se v tlustém střevě jsou bakterie mléčného kvašení rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium bifidum*. Dalšími velmi prospěšnými druhy bakterií jsou Streptokoky a rod *Escherichia coli*, nicméně její výskyt je v porovnání s jinými druhy bakterií v intestinální mikroflóře poměrně malý. (Nevoral, 2006)

Aby se tyto druhy organismu prospěšných bakterií v trávicím traktu dlouhodobě udržely a vyskytovaly se zde v dostatečném množství, je nutné jim dodávat potřebné množství vhodných živin, zejména se jedná o probiotika a prebiotika vyskytující se v mléčných výrobcích, ideálně v kysaných mléčných výrobcích. (Matušová, 2002)

## **1.7. Patofyziologie imunitního systému**

V důsledku různých okolností může dojít k poruše funkce imunitního systému nebo k jeho nedostatečné funkci. Na tomto stavu mohou mít podíl genetické predispozice, ale může k němu docházet i například vlivem prostředí, nesprávnou výživou, jako nežádoucí efekt určitých léků, stresem nebo různými infekcemi, zejména virovými. V konečném výsledku tak dojde k narušení regulační rovnováhy imunitního systému. To znamená, že jinak fyziologické imunitní reakce v tomto případě nejsou adekvátní příčině, která imunitní reakci vyvolala. Může dojít ke dvěma různým případům a to, že dochází nedostatečným nebo na druhou stranu neúměrně velkým



(imunopatologickým) reakcím imunitního systému. Tyto reakce mohou vyústit až do onemocnění, které je klinicky manifestní. (Hořejší, Bartůňková, 2005)

Existují 3 základní skupiny onemocnění, jejichž příčinou je patofyziologie imunitního systému:

- Imunodeficiencie
- Alergie
- Autoimunita (Fučíková, 1997)

### **1.7.1. Imunodeficiencie**

Jde se o nedostatečnou funkci imunitního systému. Konkrétně se jedná o stavy, kdy se organismus není schopen efektivně bránit proti infekci. Infekce mají v tomto případě těžší a delší průběh, mohou recidivovat nebo přejít do stádia chronicity.

Imunodeficiencie může být zapříčiněna snížením, úplným chyběním, poruchou funkce jednotlivých složek imunitního systému (tj. T-lymfocytů, fagocytů, protilátek nebo komplementového systému) nebo porušením jejich vzájemné kooperace. (Fučíková, 1997)

Existují dva typy imunodeficiencie. Prvním typem je primární imunodeficiencie, která je geneticky podmíněná a je vrozená. Druhým typem je sekundární imunodeficiencie. To je onemocnění získané během života jedince. (Nečas, 2005)

### **1.7.2. Alergie**

Alergická onemocnění jsou jedním z nejčastějších onemocnění, k jejich nárůstu navíc přispívá zhoršující se životní prostředí. Ve vzduchu, který vdechujeme nebo v potravinách se nacházejí látky dráždivého charakteru, které mohou mít za následek poškození obranných slizničních bariér organismu. (Fučíková, 1997)

Alergie mohou být vrozené nebo získané během života jedince a mohou se projevit v jakémkoli věku. Jsou jimi tyto hlavní skupiny:

- **alergie inhalační** – jako alergen zde působí různé vdechované částice jako jsou například pyl rostlin nebo prach (roztoči)
- **alergie kontaktní (kožní)** – vyvolává je styk pokožky s určitými látkami, například kovy (nikl), některými umělými hmotami, léky nebo některými chemickými látkami obsažených v kosmetice nebo desinfekčních přípravcích aj.
- **alergie potravinové** – alergenem mohou být některé potraviny (ryby, vajíčka, mléko, celer, ořechy, kakao, mouka (lepek)) nebo v nich obsažené konzervační látky (chinin, bifenyly, kyselina benzoová aj.)
- **alergie na léky** – mohou jimi být perorální antidiabetika, antibiotika, diuretika aj. (Nečas, 2005)

Do alergických reakcí spadá také anafylaktický šok, což je systémová život ohrožující reakce vzniklá zejména po bodnutí hmyzem, případně po aplikaci nevhodného léku. (Fučíková, 1997)

### 1.7.3. Autoimunita

V případě autoimunity dochází k selhání procesu rozpoznávání vlastních vnitřních antigenů. To znamená, že v normálním případě běžné nepatologické struktury jsou imunitním systémem vnímány jako nežádoucí a v závislosti na tomto faktu organismus pomocí svých autoprotilátek nebo reaktivních B- nebo T-lymfocytů poškozují své vlastní zdravé buňky, tkáně nebo i celé orgány. (Fučíková, 1997)

Ve fyziologickém případě se přirozené autoprotilátky (zejména podtyp IgM) v organismu vyskytují ve velmi nízkých koncentracích. Jejich úkolem je odstranit z těla vlastní nepotřebné buňky nebo molekuly buněk. Pokud se jedná o patofyziologický stav, konkrétně autoimunitní onemocnění, jsou v organismu (v séru) ve vysokých koncentracích přítomné i protilátky podtypu IgA a IgG. (Nečas, 2005)

Organismus je schopen zbavit se autoreaktivních B- nebo T-lymfocytů již během jejich vývoje v brzlíku (lat. thymus). Jelikož ale nejsou zničeny všechny, mohou poté, co se proliferyjí zapříčinit autoimunitní reakci. (Nečas, 2005)

Autoimunitní onemocnění bývají také označovány synonymem systémové nebo orgánové imunopatologické stavy z toho důvodu, že se na poškození organismu podílí různé druhy imunopatologických reakcí. Toto onemocnění může vzniknout z několika různých příčin. Velkou roli zde hraje jednak genetická predispozice, prodělaná virová nebo jiná infekce, ale významnou roli má i tzv. psychoneuroimunologický faktor, jinými slovy vliv stresu na imunitní systém, psychickou stránku jedince a výsledně na celý organismus. (Nečas, 2005)

## **2. Vliv jednotlivých živin na imunitní systém**

### **2.1. Vliv sacharidů na imunitní systém**

Existují dvě skupiny sacharidů, které mají významný vliv na podporu funkce imunitního systému. Jsou jimi glukany a probiotika.

#### **2.1.1. Glukany**

Glukany jsou, co se týče chemického složení, polyglukopyranózy. Jedná se o přírodní polymery glukózy (jsou jejími deriváty). Jsou základní stavební jednotkou buněčných stěn některých bakterií, prvoků, kvasinek a vyšších hub. Glykosidová vazba spojuje jednotlivé molekuly glukózy. Konkrétně se jedná o beta-1,3 nebo beta-1,6 glykosidovou vazbu. Z toho vznikl název beta 1,3-D glukany nebo beta 1,6-D glukany, zkráceně beta-glukany. Jednotlivé molekuly nacházející se v beta-glukanech mají různou molekulovou hmotnost, stupeň řetězení a prostorové uspořádání. Glukany s postranními beta-1,3 a beta-1,6 glykosidovými řetězci jsou schopny imunomodulační aktivity. (William, Mueller, Brodwer, 1996)

Beta-glukany mají vliv zejména na nespecifické imunitní reakce. Receptor, který mají na svém povrchu fagocytující buňky (makrofágy, neutrofilů a monocytů) a NK-buňky je schopen rozpoznat a zachytit beta-glukany. Tento receptor se skládá z proteinového komplexu vyskytující se na povrchové membráně těchto buněk již od jejich dozrávání v kostní dřeni. Dokáže rozpoznat beta-glukany je jejich jednotlivé sacharidové jednotky. Navázáním molekuly na receptor makrofága dochází k jeho aktivaci. Aktivací je zvýšena fagocytární funkce makrofága o přibližně 13 % a dochází k uvolnění cytokinů. Tyto cytokiny spolu s aktivovaným makrofágem reagují na buňku, která je poškozena – jedná se např. o vir, nádorovou buňku nebo jiným způsobem změněnou buňku. Pokud nedojde k aktivaci receptoru beta-glukanem, makrofág je schopen navázat poškozené buňky, ale nedovede je specificky zničit. (Pekárek, 2007)

Studie ukázaly, že beta-glukany mají schopnost aktivovat makrofágy Peyerových plátů, což jsou útvary lymfatické tkáně ve sliznici střeva. Ty po své aktivaci putují dalšími orgány a produkují v nich cytokiny, čímž dochází ke spuštění kaskádovitých imunitních reakcí. (Volný, 2006)

Již z prvních vědeckých studií provedených v roce 1936 se ukazuje, že beta-glukany mají silný protinádorový efekt. Od té doby bylo provedeno velké množství testů potvrzujících toto tvrzení. Co se týče protinádorové terapie, mají beta-glukany několik pozitivních účinků. Jsou schopny aktivovat NK-buňky, makrofágy, v kostní dřeni dokáží stimulovat produkci kmenových buněk, což má za následek vyplavení nových imunocytů do krevního oběhu. Tyto imunocyty poté putují do různých lymfoidních orgánů a jsou schopny zvýšit funkčnost imunitního systému oslabeného nádorem. (Větvicka, 2007)

Beta-glukany narozdíl od klasické léčby rakoviny (chemoterapie) mají potenciál selektivně ničit pouze nádorové buňky. To znamená, že má přímý cytostatický účinek. (Pekárek, 2007)

### 2.1.1.1. Zdroje beta-glukanů

Beta-glukany jsou přirozenou součástí buněčných stěn kvasinek, prvoků, bakterií a vyšších hub (bazidiomycet). Beta-glukany mohou mít různě specificky uskupené postranní řetězce a vzájemně se odlišovat v závislosti na zdroji jejich výskytu (např. v jednotlivých druzích hub). (Pekárek, 2007)

Některé druhy hub a jejich příslušné beta-glukany:

- houba shitake – lentinan
- trstnatec lupenitý – grifolan, grifron-D
- outkovka pestrá – krestin, polysacharid Kureha
- klanolístka – schizophylan
- hlíva ústříčná – pleuran
- sclerotinium sclerotiorum – skleroglukan (Pekárek, 2007)

Co se týče potravinového hlediska, spadají beta-glukany do rozpustné vlákniny. Je možné je izolovat z různých druhů hub pro účely výroby dietických doplňků (doplňků stravy). Nejčastějším případem bývá hlíva ústříčná, kterou lze konzumovat přímo nebo izolací jejího glukanu pleuranu ve formě zmíněných doplňků stravy. (Pekárek, 2007)

Dalšími zdroji beta-glukanů je zrno (endosperm) obilovin, obzvláště ječmen, oves a neloupaná rýže. Nejbohatším zdrojem beta-glukanů je ječmen a oves, střední zdroj je žito a nejméně beta-glukanů se nachází v pšenici. (Pekárek, 2007)

Efektivním způsobem podpory imunitního systému je výroba kombinovaných přípravků obsahujících beta-glukany s vitamínem C a jeho deriváty. Tyto přípravky velmi účinně podporují funkci makrofágů. Je tomu tak z toho důvodu, protože v buňkách provádějících fagocytózu je koncentrace intracelulárního vitamínu C přibližně 40x vyšší, než je tomu v plazmě. U makrofágů, které jsou aktivované beta-1,3-D-glukanem dochází k velkému úbytku v obsahu intracelulárního vitamínu C.

Následkem toho může být snižená pohyblivost makrofágů, dále i nižší schopnost produkce enzymů a v neposlední řadě i oslabení jejich antioxidační schopnosti. Konzumace beta-glukanů společně s dostatečným množstvím vitamínu C, případně takovýchto dietických doplňků je schopna tento negativní efekt minimalizovat. (Pekárek, 2007)

Dalším velmi pozitivním účinkem beta-glukanů je fakt, že beta-glukan izolovaný z hub, bakterií, kvasinek a obilovin má velmi silné imunostimulační účinky, tj. působí jako imunostimulátor. (Větvička, 2006)

### **2.1.2. Prebiotika**

Prebiotika jsou nestravitelnou složkou potravy. Mají schopnost selektivně růst a modifikovat metabolickou aktivitu bakteriálních druhů ve střevech. (Špelina, 2004)

Jsou schopny odolávat enzymovému trávení v trávicím traktu organismu, tudíž se do tlustého střeva dostávají v téměř původním stavu. Prebiotika selektivně stimulují zdraví prospěšné bakterie v tlustém střevě tím způsobem, že jim slouží jako jakýsi substrát (potrava). V konečném výsledku jsou štěpeny na jednoduché mastné kyseliny s krátkým řetězcem. Tento proces probíhá v buňkách sliznice tlustého střeva. (Prugar, 2006)

Chemicky se prebiotika řadí mezi nestravitelné oligosacharidy. Anglicky je tato skupina látek označována jako „non-digestible oligosacharides“ (NDO). (Kalač, 2003)

#### **2.1.2.1. Zdroje prebiotik**

Jedním z prebiotik je inulin, což je z funkčního hlediska fruktooligosacharid, který se nachází v čekace, česneku, cibuli, topinamburech atd. Dalším představitelem prebiotik je xylosa, jejímž zdrojem je například chléb a isomaltosa, která se vyskytuje v pivu. Jsou zde ale přítomny pouze ve stopovém množství. Další velmi významnou skupinou prebiotik jsou pektiny, rozpustná hemicelulosa a rezistentní škrob. Jedním

z velkých zdrojů pektinů je slupka jablek. U mužů je doporučený denní příjem prebiotik 0,3 g a u žen 0,4 g / kilogram tělesné hmotnosti. Pokud by byl denní příjem vyšší, mohl by dojít k průmovému efektu. (Kalač, 2003)

## **2.2. Vliv lipidů na imunitní systém**

Lipidy neboli tuky jsou nezbytnou složkou lidské potravy. Jejich přísun je nutný pro správný růst a vývoj a pro průběh různých biochemických ve vnitřním prostředí organismu. Z chemického hlediska se jedná o deriváty mastných kyselin, alkoholů a aminoalkoholů, konkrétně o jejich estery a amidy. (Dostál, 2003)

Složení některých mastných kyselin má velmi pozitivní účinek na zdraví celého organismu, včetně přímého vlivu na imunitní systém jedince. (Velíšek, 2002)

### **2.2.1. Mastné kyseliny**

Základní částí jejich chemické struktury jsou atomy uhlíku, které jsou řetězově seřazené a na svém konci mají karboxylovou skupinu ( $\text{CO}_2\text{H}$  nebo též  $\text{COOH}$ ). V závislosti na počtu atomů uhlíků a na typu vazby mezi nimi se rozdělují do dvou základních skupin – na nasycené mastné kyseliny a nenasycené mastné kyseliny. Nasycené (saturované) mastné kyseliny nemají žádnou dvojnou vazbu a krátký, středně dlouhý nebo dlouhý uhlíkatý řetězec. Nenasycené mastné kyseliny obsahují buď jednu dvojnou vazbu (monoenoové mastné kyseliny = řada n-9) nebo více dvojných vazeb (polyenoové mastné kyseliny = řada n-3 a n-6). (Blatná, 2005)

#### **2.2.1.1. Nasycené mastné kyseliny**

Nasycené mastné kyseliny, které nemají ve své chemické struktuře dvojnou vazbu a obsahují 2 až 4 uhlíky se nazývají krátké mastné kyseliny (short chain fatty

acids = SCFA). Jejich zástupci jsou kyselina octová, máselná a propionová. Mastné kyseliny obsahující ve své molekule 6 až 12 atomů uhlíku se nazývají kyseliny se středně dlouhým řetězcem (medium chain fatty acids = MCFA). Do této skupiny spadají kyselina kaprylová, kapronová a laurová. Mastné kyseliny se 14 až 18 uhlíky nesou název mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (long chain fatty acids = LCFA) a řadí se mezi ně kyselina palmitová, myristová a stearová. (Zadák, 2002)

Zdrojem většiny nasycených mastných kyselin jsou tuky živočišného původu, nicméně kyseliny palmitová, laurová a myristová se vyskytují v kokosovém oleji. (Blatná, 2005)

Co se týče vlivu nasycených mastných kyselin na imunitní systém, z těchto kyselin mají pozitivní účinek volné mastné kyseliny s krátkým řetězcem, které vznikají pomocí působení bakteriálních enzymů na fermentovatelnou (rozpustnou) vlákninu. Tento proces probíhá v tlustém střevě. Jejich působením dochází v tlustém střevě ke snížení pH, což má za následek eliminaci rozvoje hnilobných procesů a stimulaci produkce střevního hlenu. Rovněž jsou schopny zajistit a udržet střevní integritu a do jisté míry i rezistenci organismu vůči toxinům nebo jiným škodlivým látkám, které mohou být obsaženy v potravě. (Blatná, 2005)

## **2.2.1.2. Nenasycené mastné kyseliny**

### **2.2.1.2.1. Monoenové (mononenasycené) mastné kyseliny (MUFA)**

Hlavním představitelem monoenových mastných kyselin řady n-9 je kyselina olejová, jejímž zdrojem je zejména olivový, řepkový a sójový olej. (Blatná, 2005)

Z hlediska vlivu na imunitní systém bylo prokázáno, že kyselina olejová má imunomodulační funkci, jelikož má podíl na regulaci lymfocytů, konkrétně na jejich proliferaci a na snížení aktivity NK-buněk. (Yaqoob, 2002)



### 2.2.1.2.2. Polyenové (polynenasycené) mastné kyseliny

Mezi nejzásadnější zástupce polynenasycených mastných kyselin patří kyselina linolová (řada n-6) a kyselina alfa-linolenová (řada n-3). Z těchto mastných kyselin se v organismu syntetizují tzv. vyšší esenciální mastné kyseliny, které jsou prekurzory tzv. eikosanoidů. Jedná se o biologicky aktivní látky, které jsou velmi důležitými regulátory různých buněčných funkcí. Jejich schopností je například regulace imunitní odpovědi organismu a zánětlivého procesu. (Blatná, 2005)

Z kyseliny linolové se v organismu syntetizuje kyselina arachidonová (řada n-6) a kyselina alfa-linolenová je podkladem pro vznik kyseliny eikosapentaenové (EPA) a dokosahexaenové (DHA) z řady n-3. (Velíšek, 2002)

Mastné kyseliny z řady n-6 se vyskytují nejvíce v různých druzích ořechů a v rostlinných olejích – např. ve slunečnicovém, sezamovém, světlicovém, kukuřičném a makovém. Kyselina alfa-linolenová (řada n-3) se vyskytuje zejména v sójovém, řepkovém a lněném oleji. Zdrojem eikosapentaenové (EPA) a dokosahexaenové kyseliny (DHA) jsou tučné mořské ryby (losos, makrela, treska) nebo mořské řasy. (Covington, 2005)

Polynenasycené esenciální mastné kyseliny tvoří nezbytnou strukturní komponentu buněčných membrán v organismu, které jsou velice důležité pro proliferaci, růst a funkčnost buněk imunitního systému. Jak již bylo zmíněno, kyseliny arachidonová a kyselina eikosapentaenová jsou metabolizovány a dávají vzniknout tzv. eikosanoidům. Za účasti enzymu cyklooxygenázy vzniká z kyseliny arachidonové látka prostaglandin E2 (PGE2) a působením enzymu lipooxygenázy na kyselinu arachidonovou vzniká leukotrien B4 (LTB4). Tyto vzniklé látky mají velmi výrazné prozánětlivé účinky. Z kyseliny eikosapentaenové se tvoří látky prostaglandin E3 (PGE3) a leukotrien B5 (LTB5). Tyto sloučeniny mají naopak silné protizánětlivé účinky. Prostaglandin E3 konkrétně tlumí proliferaci lymfoidních buněk a leukotrien B5 má rovněž tlumivé účinky na reakce imunitního systému. (Krejsek, Kopecký, 2004)

F. Thies vytvořil studii, ve které použil 3 skupiny zdravých dospělých jedinců a každé ze skupin podával polynenasycené mastné kyseliny (PUFA). První skupinu suplementoval rybím olejem s EPA i DHA (<1 g/den). Druhá skupina jedinců dostávala

pouze vysoce purifikovanou DHA (<1 g/den). Poslední skupina dostávala placebo. Z této případové studie vyplynulo, že rybí olej s obsahem EPA a DHA podávaný první skupině jedinců měl vliv na proliferaci lymfocytů a aktivaci NK-buněk oproti samostatné DHA podávané skupině druhé. Z toho důvodu se předpokládá, že eikosapentaenová kyselina (EPA) ovlivňuje imunitní systém buď samostatně nebo ve spolupráci s dokosaheptaenovou kyselinou (DHA). (Thies, 2001)

Příjem polynenasycených mastných kyselin EPA a DHA má rovněž vliv na produkci cytokinů. (Connor, 2000)

Grimble zjistil, že požitím eikosapentaenové a dokosaheptaenové kyseliny najednou dochází k redukci tří prozánětlivých cytokinů, které jsou sekretovány monocyty. (Grimble, 2002)

Polynenasycené mastné kyseliny pozitivně ovlivňují stabilitu a fluiditu cytoplazmatických membrán buněk v organismu. Pokud dojde ke změně fluidity těchto membrán, dojde v důsledku toho k ovlivnění mezibuněčných interakcí, které jsou zprostředkované adhezivními molekulami a ve finální fázi ke změně transportu živin přes membránu buněk. Inkorporace neboli včlenění polynenasycených mastných kyselin do biomembrán způsobuje zvýšení schopnosti ingesce fagocytujících buněk. Eikosapentaenová kyselina snižuje expresi adhezivních molekul na monocyttech. (Hughes, Pinder, 2000)

Omega 3 polynenasycené mastné kyseliny potlačují aktivaci a proliferaci T-buněk a tím tlumí zánět. Mají rovněž podpůrný vliv na apoptózu, která má za úkol prevenci chronického zánětu a udržení homeostázy. (Switzer, McMurray, 2004)

V experimentech prováděných „in vivo“ a „in vitro“ vyšlo najevo, že kyselina eikosapentaenová proliferační (antigenní i mitogenní) T-buněk u zvířat i u lidí. Proto je tato kyselina důležitá v dietě jedinců trpících zánětlivými onemocněními. (Terada, 2001)

Strava obohacená o polynenasycené mastné kyseliny EPA a DHA a kyselinu alfa-linolenovou má vliv na proliferaci B-lymfocytů. Naopak produkce imunoglobulinů tímto ovlivněna není. Příjem eikosapentaenové kyseliny má vliv na snížení funkce

neutrofilů, na jejich chemotaxi (pohyb buněk na základě určitého chemického podnětu) a na jejich ingescční aktivitu. Vyšší příjem kyseliny alfa-linolenové způsobuje snížení produkce cytokinů s prozánětlivou funkcí. (Krejsek, Kopecký, 2004)

Podáváním polynenasycených mastných kyselin lze pozitivně ovlivnit řadu nemocí. Jedná se například o aterosklerózu, zánětlivá onemocnění, rakovinu tlustého střeva, rakovinu prsu nebo prostaty nebo také koronární onemocnění srdce. (Connor, 2000)

Dále také mají příznivý (protizánětlivý) vliv na imunopatologická autoimunitní onemocnění jakými jsou Crohnova choroba, ulceroidní kolitida, psoriáza, asthma bronchiale nebo systémový lupus. (Tsujikawa, 2000)

U některých autoimunitních onemocnění byla zjištěna schopnost kyseliny arachidonové (z řady n-6), která se tvoří z kyseliny linolové, zvýšené produkce prozánětlivého leukotrienu LTB<sub>4</sub>. Z těchto zjištění vyplývá fakt, že konzumace lipidů, konkrétně polynenasycených mastných kyselin má významný vliv na imunitní systém lidského organismu. (Simopoulos, 2002)

### **Omega-3 mastné kyseliny a jejich tlumení zánětlivých reakcí**

- **kyselina alfa-linolenová:** snižuje proliferaci lymfocytů, snižuje kožní reaktivitu, má vliv na funkci imunoglobulinů
- **EPA a DHA:** snižuje proliferaci lymfocytů, snižuje kožní reaktivitu, snižuje počet a aktivitu monocytů a granulocytů, snižuje aktivitu NK-buněk (Krejsek, Kopecký, 2004)

Zásadní je vyvážený poměr mezi příjmem jednotlivých polynenasycených mastných kyselin. Ty z řady n-3 mají schopnost tlumit zánětlivé reakce, oproti tomu n-6 řada podporuje a zesiluje průběh těchto reakcí. Proto je pro zachování fyziologické homeostázy organismu důležité dodržovat vzájemný poměr mezi jejich příjmem. (Dostálová, 2007)

### 2.2.2. Doporučený příjem a zdroje mastných kyselin

Celkový příjem lipidů by měl hradit zhruba 25-30 % energetického příjmu za den. Nasycené mastné kyseliny cca 8-10 %, mononenasycené mastné kyseliny cca 10-12 %. Polynenasycené mastné kyseliny z řady omega-6 by měly být zastoupeny z přibližně 2-6 % a PUFA z řady omega-3 z cca 10 %. Optimální poměr omega-3 : omega-6 mastných kyselin je přibližně 5:1. Kyselina linolová by měla být zastoupena přibližně z 5 % z celkového denního příjmu tuků, což je cca 10 g/den a kyselina alfa-linolenová asi 1 %, což odpovídá přibližně 4 g/den. Podíl polynenasycených mastných kyselin EPA a DHA by měl představovat cca 0,5 % z celodenního příjmu tuků. To odpovídá přibližně 1 g/den. Tohoto efektu docílíme například každodenní konzumací 3-4 ml kvalitního rybího oleje nebo konzumací 1–2 krát týdně cca 200-300g množství tučných mořských ryb (např. losos nebo makrela). (Dostálová, 2007)

### 2.2.3. Mastné kyseliny podle výskytu v různých typech potravin

- **nasycené mastné kyseliny:** mléko a mléčné výrobky (jogurty, sýry, máslo), maso a masné výrobky (paštiky), kokosový a palmový olej aj.
- **mononenasycené mastné kyseliny:** olivy, ořechy (pistácie, mandle, lískové ořechy, pekanové ořechy a kešu ořechy), řepka, arašídy, avokádo a oleje z nich vyrobené aj.
- **polynenasycené omega-3 mastné kyseliny:** losos, makrela, sled', pstruh (EPA a DHA), vlašské ořechy, řepka, sója a jejich oleje (zejména alfa-linolenová kyselina) aj.
- **polynenasycené omega-6 mastné kyseliny:** slunečnicová semena, pšeničné klíčky, sezam, vlašské ořechy, sója, kukuřice, některé druhy margarínů aj. (Dostálová, 2007)

## 2.3. Vliv proteinů na imunitní systém

Proteiny (tj. bílkoviny) a jejich základní stavební komponenty – aminokyseliny hrají v lidském organismu velké množství životně důležitých funkcí. Podílí se na zajištění struktury a funkce tkání, jsou součástí enzymů, mají funkci bílkovinných mediátorů různých biochemických procesů probíhajících v organismu jako substráty sloužící k přenosu a uchování biologické informace. V důsledku tohoto faktu jsou klíčovými složkami iniciace a průběhu imunitních reakcí v organismu. (Zadák, 2002)

### 2.3.1. Aminokyseliny

Lidské tělesné bílkoviny jsou složeny z 20 různých aminokyselin. Každá z těchto aminokyselin vzniká jiným typem syntézy a následně je i jinak v těle metabolizována. Aminokyseliny se dělí na dvě základní skupiny, a to na esenciální, které jsou pro lidský organismus nepostradatelné a neesenciální – postradatelné, které vznikají v organismu a není nutné je nezbytně dodávat tělu prostřednictvím potravy. (Ledvina, Stoklasová, Cerman, 2004)

Mezi neesenciální (postradatelné) aminokyseliny se řadí:

- glycin
- prolin
- serin
- alanin
- asparagin
- kyselina asparogová (aspartát)
- kyselina glutamová

Esenciálními (nepostradatelnými) aminokyselinami jsou:

- valin
- leucin
- isoleucin

- lysin
- tryptofan
- methionin
- threonin
- fenylalanin (Ledvina, Stoklasová, Cerman, 2004)

K tomu, aby mohly některé aminokyseliny v organismu vznikat, existuje určitá fyziologická metabolická cesta. V určitých patofyziologických případech ale dochází k omezení jejich syntézy a musí být rovněž organismu dodávány (stravou, léky). Tyto aminokyseliny se nazývají semiesenciální neboli podmíněně esenciální aminokyseliny a jsou jimi:

- cystein
- glutamin
- histidin
- arginin
- tyrosin (Ledvina, Stoklasová, Cerman, 2004)

Proteiny jsou velmi důležitým zdrojem energie a stavebními prvky organismu. Pokud dojde k jejich úbytku, například během hladovění, má tato ztráta velmi závažné důsledky. Pokud v organismu dojde ke ztrátě více než cca 25-30 % tělesných bílkovin, vznikají poruchy funkcí, které bílkoviny zajišťují nebo je pomáhají zabezpečovat. Tento deficit může vyústit kupříkladu v poruchy imunitních funkcí a v nejméně závažnějších případech může mít za následek až smrt. (Zadák, 2002)

Proteinová malnutrice má rovněž za následek zredukování koncentrace aminokyselin v krevní plasmě, čímž dochází k porušení funkce z hlediska regulace imunitního systému. Je tomu tak z toho důvodu, protože některé aminokyseliny mají vliv na aktivaci B- a T-lymfocytů, makrofágů, NK-buněk a víceméně všech imunocytů. Jsou rovněž velmi důležité pro produkci cytokinů, protilátek a dalších cytotoxických substancí. (Peng, 2007)

Aminokyseliny mající klíčovým způsobem vliv na průběh imunitních reakcí v organismu jsou:

- arginin

- glutamin
- taurin
- glycin
- rozvětvené aminokyseliny (leucin, izoleucin, valin) (Ledvina, Stoklasová, Cerman, 2004)

### 2.3.1.1. Arginin

Arginin spadá do skupiny semiesenciálních aminokyselin, je tedy podmíněně esenciální aminokyselinou. V organismu se může syntetizovat v rámci tzv. ornitinového cyklu (močovinový cyklus), kdy se organismus zbavuje nadměrného množství dusíku. Tento cyklus poskytuje tělu ochranu před toxickými vlivy amoniaku. Dále může vznikat v cytosolu hepatocytů (jaterní buňky) nebo v mitochondriích. V mozku, ledvinách a játrech probíhá jeho syntéza z citrulinu. Prekurzorem syntézy argininu je glutamát. Aminokyselina glutamin přijatá prostřednictvím potravy se ve střevech mění na citrulin, který je následně uvolněn do krevního oběhu. Z krve je citrulin vylučován ledvinami, prostřednictvím kterých dojde k jeho přeměně na aminokyselinu arginin. Zpětným procesem se arginin pomocí střevní tkáně rozkládá na citrulin a ornitin. (Ledvina, Stoklasová, Cerman, 2004)

V endoteliálních buňkách střevní sliznice, neutrofilech a makrofágách dochází pomocí oxidace k přeměně argininu na oxid dusnatý a citrulin za účasti enzymu NO-syntházy. Vzniklý oxid dusnatý má schopnost vazodilatace – dilatačně působí na endotelové buňky různých tkání. Má také imunomodulační funkci. V rámci anaerobních obranných mechanismů (mechanismů nezávislých na kyslíku) se účastní usmrcení fagocytovaných patogenů pomocí vzniklých tzv. reaktivních radikálů. Je také schopen inhibovat proliferaci a růst některých druhů bakterií a nádorových buněk. (Flodstrom, 1999)

Arginin je rovněž významným stimulantem proliferace a zrání lymfocytů, znásobuje jejich počet. Aplikací tzv. mitogenů zlepšuje jejich blastickou transformaci. Dále podporuje sekreci somatotropinu (růstový hormon) a inzulinu. (Zadák, 2002)

M. Balignan provedl experiment, ve kterém zjišťoval, zda má suplementace argininu nějaký účinek u dětí trpících opakujícími se infekčními onemocněními. Pokusu se zúčastnilo 40 dětí ve věku od 2 do 13 let. Tyto děti byly rozděleny do dvou skupin. První skupina dostávala arginin po dobu 2 měsíců a druhá skupina dostávala po stejně dlouhou dobu placebo. U první skupiny, která byla suplementována argininem došlo k výraznému zvýšení tzv. imunoregulačního indexu. U druhé (kontrolní) skupiny dostávající placebo bylo zvýšení pouze nevýznamné. Experimentem se došlo ke zjištění, že suplementace argininu má za následek zlepšení funkcí imunitního systému, co se týče vztahu k mikrobiálním agens a má tedy schopnost poskytovat do jisté míry určitou ochranu proti vzdušným infekcím. (Balignan, 1997)

Arginin má pozitivní účinek na obnovu poškozených tkání a zlepšení hojivosti ran. Má vliv na obnovení utlumené aktivity lymfocytů a makrofágů po operačních zákrocích a zvyšuje rezistenci vůči infekci. (Stechmiller, Childress, Cowan, 2005)

Přírodními zdroji argininu jsou všechny druhy obilovin, kde se vyskytuje v průměrném množství odpovídajícím cca 4,7 %. Dalšími významnými zdroji jsou maso, mléčné výrobky, vejce, čokoláda nebo arašidy. (Velíšek, 2002)

### **2.3.1.2. Glutamin**

Při normálních nepatologických stavech je aminokyselina glutamin pro organismus neesenciální. Semiesenciální (podmíněně esenciální) se stává při různých organismus zatěžujících stavech jakými jsou například traumata (zranění) nebo různá zánětlivá onemocnění. Glutamin hraje klíčovou roli v buněčné proliferaci, dále je zdrojem energie pro enterocyty (buňky sliznice tenkého a tlustého střeva) a pro buňky podílející se na průběhu zánětu. (Wilmore, Shabert, 1998)

Stabilním substrátem pro tvorbu aminokyseliny glutaminu je glutamát přijímaný potravou. Glutamin je metabolickým prekurzorem pro řadu imunitních funkcí. Je schopen poskytovat potřebnou energii rychle se dělícím buňkám a je nepostradatelný pro proliferaci a správné fungování lymfocytů, neutrofilů a monocytů. Poskytuje atomy



uhlíku a dusíku nukleotidům a nukleosidům a podílí se tak na regulaci jejich syntézy. (Andrews, Griffiths, 2002)

Aminokyselina glutamin je prekurzorem pro tvorbu argininu a substrátem syntézy glutathionu. V neposlední řadě má také stimulační účinek na syntézu glykogenu v jaterních buňkách – hepatocytech. (Krejsek, Kopecký, 2004)

Glutamin má ochrannou funkci na sliznici střeva, protože podporuje proliferační schopnost enterocytů, čímž dojde ke zvýšení střevní bariéry vůči střevním patogenům. Spolu s GALT (angl. gut associated lymphoid tissue = střevní lymfatická tkáň) stabilizuje hladinu sekrečního IgA. Dále dojde také k zvýšení antioxidačních vlastností glutathionu. Produkce cytokinů, která může vést ke zvýšení střevní propustnosti, je oslabena a střevo je lépe chráněno. (Hulst, 2007)

U pacientů v kritických stavech se dieta obohacená o aminokyselinu glutamin spolupodílet na snížení morbiditity těchto pacientů. (Boelens, 2001)

Glutamin se přirozeně vyskytuje v živočišných i rostlinných bílkovinách. Významnými rostlinnými zdroji glutaminu jsou luštěniny (zejména fazole), syrový listový špenát, petržel a kapusta. Důležitými živočišnými zdroji hovězí, drůbeží a vepřové maso, ryby a mléčné produkty. (Velíšek, 2002)

### **2.3.1.3. Taurin**

Taurin je beta-aminokyselina, která má ve své struktuře sulfonovou skupinou vzniklou ze sirných aminokyselin cysteinu a methioninu. (Redmond, 1998)

Je velmi důležitou látkou pro optimální vývoj centrálního nervového systému, reprodukční soustavu, sítnici a imunitní soustavu. Taurin se nezačleňuje do komplexních proteinů, ale je jako volná aminokyselina ve vysoké koncentraci přítomen v buňkách savců, krevní plazmě a v leukocytech. (Schuller-Levis, 2004)

Stabilizuje buněčné membrány leukocytů a napomáhá tak k jejich ochraně před poškozením. Díky interakci s enzymem myeloperoxidázou (MPO) moduluje aktivitu neutrofilů. (Redmond, 1998)

Enzym myeloperoxidáza, který ve velkém množství obsahují neutrofilny a monocyty, katalyzuje chemickou reakci chloru (Cl) a peroxidu vodíku (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Výsledným produktem této reakce je kyselina chlorná (HOCl), která má silné antioxidační vlastnosti. Produkce této kyseliny v organismu je klíčová pro usmrcení různých druhů bakterií. Nepůsobí však pouze na bakteriální membrány, ale je schopna aktivace zánětlivých buněk za nežádoucího poškození dalších tkání. (Redmond, 1998)

Taurin obsažený v buňkách reaguje s kyselinou chlornou za vzniku taurin chloraminu (Tau-Cl), což je méně reaktivní stabilnější oxidant. (Schuller-Levis, 2004)

Taurin chloramin je velmi důležitá imunomodulační látka. Má schopnost inhibovat produkci prozánětlivých cytokinů. V leukocytech má vliv na úrovni genů, může ovlivňovat jejich transkripční a translační mechanismy. Snižuje také produkci oxidu dusnatého. (Schuller-Levis, 2004)

Přírodními významnými zdroji aminokyseliny taurin jsou mléčné produkty, ryby, červené maso, pivovarské kvasnice a vejce. (Velíšek, 2002)

#### **2.3.1.4. Glycin**

Glycin patří mezi neesenciální aminokyseliny. Strukturou se jedná o nerozvětvenou jednoduchou aminokyselinu. A. Spittler ve svém výzkumu zjistil, že glycin je schopen inhibovat prozánětlivé cytokiny ve prospěch těch protizánětlivých, které naopak zvyšuje. Poukázal rovněž na pozitivní účinek při jeho zvýšených dávkách u prvotních fázích sepse organismu a jiných patologických stavech, které souvisejí s hypoxií (nedostatkem kyslíku v organismu). (Spittler, 1999)

Jeho hlavními přírodními zdroji jsou ryby, červené maso, mléčné produkty a luštěniny. Glycin je zejména obsažen ve strukturních proteinech – kolagenu a želatině. (Velíšek, 2002)

### 2.3.1.5. Rozvětvené aminokyseliny

Do této skupiny spadají aminokyseliny valin, leucin a isoleucin. Jsou esenciálně důležité pro syntézu proteinů, DNA a RNA a mají podíl na funkci imunitního systému (na tvorbě imunitní odpovědi po stimulaci imunitního systému). (Calder, 2006)

Z dřívějších studií vyšlo najevo, že podávání zvýšeného množství rozvětvených aminokyselin pooperačním pacientům prostřednictvím parenterální výživy mělo pozitivní účinek. Byly dvě skupiny pooperačních pacientů. První skupině byl podáván roztok o koncentraci 45 % rozvětvených aminokyselin v poměru leucin : isoleucin : valin = 1 : 4 : 7 po dobu 7 dnů od operace. Druhá (kontrolní) skupina pacientů dostávala roztok o standardní koncentraci 25 % rozvětvených aminokyselin. Z experimentu vyplynulo, že u pacientů, kterým byl podáván roztok o vyšší koncentraci rozvětvených aminokyselin, došlo k vyššímu nárůstu počtu lymfocytů v krvi než u pacientů s méně koncentrovaným roztokem. (Nuwer, 1983)

V novější studii byly mladým atletům prostřednictvím jejich diety podávány rozvětvené aminokyseliny po stimulaci endotoxinem. Výsledkem byla stimulace mononukleárních buněk a zvýšení proliferace lymfocytů. (Bassit, 2002)

Rostlinnými zdroji aminokyseliny valin jsou obiloviny, sójová mouka, arašídy, houby a listová zelenina. Z živočišných zdrojů se valin nejvíce vyskytuje v červeném masu, rybách, mléku, sýrech a vejci. (Velíšek, 2002)

Leucin je, co se týče rostlinných zdrojů, nejvíce obsažený v luštěninách, kukuřici, rýži, pivovarských kvasnicích, dýňových a konopných semínkách, ořechách, obilovinách a sóji. Z živočišných zdrojů je hojně zastoupen v mléčných produktech, syrovátce a mase. Jeho velké množství může vznikat působením některých druhů bakterií při procesu zrání sýrů. (Velíšek, 2002)

Isoleucin je v rámci rostlinných zdrojů nejvíce zastoupen v mléku, sýrech, vejcích, rybách a v kuřecím mase. Z rostlinných zdrojů jsou na isoleucin nejvíce bohaté obiloviny, mandle, kešu, čočka, sója a mladý hrášek. (Velíšek, 2002)

## **2.4. Vliv vitaminů na imunitní systém**

Vitaminy jsou organické látky nepostradatelné pro správné fungování lidského organismu. Některé druhy vitaminů si organismus dokáže sám syntetizovat. Jedná se například o vitamin D, vitamin A, vitamin K a niacin. Nicméně většinu vitaminů je nezbytné přijímat do těla prostřednictvím potravy. Každý vitamin má v organismu svou určitou funkci, má vliv na řadu biochemických reakcí a některé ovlivňují i funkce imunitního systému. (Bystroň, 2000)

Vitaminy se dělí do dvou hlavních skupin, a to na vitaminy rozpustné ve vodě a vitaminy rozpustné v tucích. Co se týče vitaminů rozpustných ve vodě, nejvíce imunitní systém ovlivňují vitamin C a komplex vitaminů B, konkrétně vitamin B6, vitamin B7, vitamin B9 a vitamin B12. Z vitaminů, které jsou rozpustné v tucích, jsou nejvýznamnějšími imunomodulátory vitamin A, jeho provitamin beta-karoten, vitamin D a vitamin E. (Zadák, 2006)

### **2.4.1. Vitamin A**

Vitamin A neboli retinol spolu s jeho provitaminy mají vliv na podporu diferenciaci a normálního dělení slizničních buněk. Dále mají vliv na metabolické funkce epitelálních buněk dýchacího, gastrointestinálního a urogenitálního systému a na buňky kožního epitelu. (Zadák, 2006)

Při nedostatku vitaminu A dochází ke snížení sekrece slizničního hlenu způsobené zredukováním počtu epitelálních sekrečních buněk. (Bhaskaram, 2002)

Nedostatek vitaminu A má za následek různé druhy patologických změn v dýchacích, gastrointestinálních, urogenitálních a očních epitelích. (Villamor, Fawzi, 2005)

Retinol je jednou z klíčových látek pro dělení, zrání a růst lymfocytů. Má vliv na průběh diferenciaci bílých krvinek v kostní dřeni. (Zadák, 2006)

Má rovněž vliv na diferenciaci a funkci monocytů. Redukuje produkci prozánětlivých cytokinů a zvětšuje počet aktivních makrofágů. Při deficitu vitamínu A v organismu je produkce prozánětlivých cytokinů zvýšena, což má za následek nadměrnou imunitní odpověď. (Stephenson, 2001)

Vitamin A zvyšuje v organismu množství cirkulujících NK-buněk, makrofágů a neutrofilů. V případě jeho nedostatku dochází ke zredukování počtu a aktivity NK-buněk, slábne schopnost fagocytózy a oxidační schopnost makrofágů a neutrofilů, čímž dochází ke snížení jejich schopnosti usmrtit patogenní agens. (Stephenson, 2001)

Retinol je zapotřebí ke správnému vývoji dvou druhů pomocných lymfocytů Th1 a Th2. Konkrétně tvorbu lymfocytů Th1 zvyšuje a Th2 potlačuje. Jeho nedostatek má za následek oslabení protilátkově zprostředkované imunitní odpovědi organismu, která je řízena pomocí pomocných Th2 lymfocytů. Vitamin A specifickým způsobem stimuluje růstový faktor B-lymfocytů a má vliv na snížení koncentrace IgA v krevní plazmě. (Stephenson, 2001)

Suplementací vitamínu A je možné docílit snížení morbidity a mortality u různých onemocnění infekčního původu jako jsou např. respirační infekce, spalničky, průjemová onemocnění, HIV virus, malárie aj. (Semba, 1999)

V potravinách se vitamin A vyskytuje zejména v tučných mléčných výrobcích, másle, vejcích, játrech a rybím tuku. Doporučenou denní dávkou retinolu pro dospělé populaci je dle výživových doporučení přibližně 1 mg/den. (Blatná, 2005)

#### **2.4.2. Karotenoidy**

Tato skupina látek patří mezi velice rozšířená přírodní barviva. V malé koncentraci se vyskytují i v živočišných organismech. Jejich pigmentace je od zelenožluté, žluté, žlutooranžové, červené až po fialovou a hnědou. V dnešní době je známo asi 600 chemicky rozdílných karotenoidů. Přibližně 50 z nich má biologickou aktivitu. V krevní plazmě lidského organismu je přítomno šest karotenoidů. Jsou jimi alfa-karoten, beta-karoten, lutein, lykopen, kryptoxantin a zeaxantin. Nejvýznamnějším karotenoidem je beta-karoten (provitamin A). (Blatná, 2006)

Hlavním dietním karotenoidem je beta-karoten, který má v organismu funkci prekurzoru vitamínu A (retinolu), díky čemuž nese název provitamin A. Během metabolických procesů se molekula provitaminu A může rozštěpit na dvě molekuly retinolu. (Hlúbík, Opltová, 2004)

Buňky imunitního systému jsou pomocí oxidačních vlastností beta-karotenu stimulovány a chráněny proti oxidačním poškozením. Tím dochází ke zvýšení jejich schopnosti eliminovat patogenní buňky v organismu, například i nádorové buňky. (Hughes, 2001)

S.M. Santos zkoumal vliv a efekt beta-karotenu na zdraví starších mužů ve věku od 65 do 88 let. Vznikly dvě skupiny těchto jedinců. První skupině bylo každý druhý den suplementováno množství 50 mg beta-karotenu. Druhá (kontrolní) skupina dostávala pouze placebo. U první skupiny došlo oproti druhé skupině ke zvýšení NK-buněk. Produkce interferonu-alfa a interferonu-gama ale v obou skupinách zůstala stejná. Došlo se tedy k závěru, že beta-karoten má schopnost aktivovat proliferaci NK-buněk, ale produkci cytokinů nezvyšuje. (Santos, 1998)

K efektivnějším výsledkům je možné dojít, pokud dochází k suplementaci beta-karotenu spolu s významným antioxidantem, kterým je selen. Bylo zjištěno, že selen je schopen zvyšovat cytotoxicitu NK-buněk spolu s expresí fenotypu T-buněk. Zjistilo se ovšem, že zvýšená cytotoxicita těchto buněk je možná pouze při krátkodobé suplementaci, ale netrvala po celou dobu, po kterou byla suplementace prováděna (6 měsíců). (Wood, 2000)

Dieta, která obsahuje vysoký podíl zeleniny bohaté na karotenoidy – např. 330 ml rajčatového džusu (40 mg / lykopen / den a 1,5 mg beta-karotenu / den) 330 ml mrkvového džusu (21,6 mg beta-karotenu / den, 15,7 alfa-karotenu / den a 0,5 mg luteinu / den) má schopnost zesilovat proliferaci T-buněk periferních mononukleárních buněk. (Watzl, 1999)

Byl předpokládán fakt, že beta-karoten má ochrannou funkci z hlediska lidského organismu díky své přeměně na vitamin A. Chew a Park provedli studii poukazující na imunomodulační účinky ostatních karotenoidů, které nejsou metabolickými reakcemi schopny přeměny na vitamin A (nejsou jeho provitaminem) jako jsou např. lykopen, lutein a astaxantin. Ze studie byl vyvozen závěr, že tyto karotenoidy, konkrétně zejména

astaxanthin, jsou imunomodulačně dokonce více aktivní než provitamin A (beta-karoten). (Chew, Park, 2004)

Přírodními zdroji karotenoidů je žluto-oranžové ovoce a zelenina a tmavě zelená listová zelenina. Konkrétními zástupci jsou mrkev (karotka), rajčata, meruňky, listový špenát, paprika, brokolice, hlávkový salát aj. Nejsilnější přírodní karotenoid a velice silný antioxidant (uvádí se, že je až 6000krát silnější než vitamin C) se nachází v mořských řasách, nejvíce konkrétně v druhu *Haematococcus pluvialis* a mořských rybách, zejména v lososu obecném, lososu nerka nebo pražmě královské. Ostatní karotenoidy se v živočišných zdrojích vyskytují nejvíce v mléce, masě (ve vnitřnostech – zejména v játrech) a vejcích. (Blatná, 2006)

Prozatím nebyla přesně stanovena doporučená denní dávka beta-karotenu. Mnoho různých autorů, v důsledku silného ochranného efektu beta-karotenu a jeho schopnosti působit proti volným radikálům, doporučuje denní příjem beta-karotenu 10-20 mg, někteří dokonce až 30 mg. (Blatná, 2006)

### **2.4.3. Vitamin E**

Pod pojem vitamin E se řadí chemické látky odvozené od látek tokol a tokotrienol. Tato skupina látek se nazývá obecně tokoferoly. Po biologické stránce je z nich nejdůležitější alfa-tokoferol. (Hlúbík, Opltová, 2004)

Vitamin E se účastní metabolismu všech buněk v lidském organismu. Je velmi důležitým antioxidantem, neboť má schopnost chránit buněčné membrány před volnými kyslíkovými radikály. Konkrétně zabraňuje peroxidaci membránových lipidů. Díky této své silné antioxidační funkci se klíčovým způsobem podílí na zefektivnění imunitních funkcí organismu. (Zadák, 2006)

Alfa-tokoferol se rovněž významně podílí na diferenciaci nezralých T-lymfocytů v brzlíku (thymu). Deficit tohoto vitaminu má vliv na snížení nezralých T-buněk, což je nejvíce znatelné u starších jedinců, kdy bývá imunitní systém často oslabený a vede ke snížení buněčné imunity. Předpokládá se, že ve stáří mají zvýšené dávky vitaminu E na

podporu funkce imunitního systému starších jedinců a zlepšení jejich celkového zdravotního stavu. (Moriguchi, 1998)

Pokud je vitamin E suplementován společně s vitaminem C, dochází k výraznému zvýšení efektivity NK-buněk a podpoře procesu fagocytózy. Tento fakt vyplynul ze studie prováděné na ženách starších 50 let. (Fuente, 1998)

Meydani provedl studii, ve které prokázal, že dlouhodobá i krátkodobá suplementace alfa-tokoferolu u starších zdravých jedinců má za následek zvýšení počtu pomocných Th1 a Th2 lymfocytů a celkové zlepšení imunitních reakcí na úrovni buněčné imunity. Tento fakt byl zjištěn pomocí testu zpožděné kožní reaktivity. (Meydani, 1997)

Vitamin E je jakožto silný antioxidant zapotřebí zejména u stavů vzniklých působením oxidačního stresu. Pokud v organismu dojde k jeho nedostatku, je u jedince pravděpodobnější vyšší výskyt nemocí infekčního původu, chronických nebo nádorových onemocnění. (Park, 2003)

Dvanácti pacientům v pokročilé fázi kolorektálního karcinomu byl po dobu dvou týdnů podáván vitamin E v množství 750 mg/den. Pacienti byli po prodělané radioterapii, případně chemoterapii. Po uplynutí dvou týdnů u deseti pacientů vzrostl počet Th1 lymfocytů (průměrně o 22 %). Došlo se k závěru, že vitamin E je schopen stimulovat Th1 lymfocyty a tím pozitivním způsobem podporovat protinádorovou činnost imunitního systému. Rovněž se dá říci, že působí jako primární protinádorová prevence. (Malmberg, 2002)

Nejvýznamnějším přírodním zdrojem vitaminu E jsou obilné klíčky a rostlinné oleje – olej z obilných klíčků, řepkový olej, olivový olej, slunečnicový olej a sójový olej. Dalšími zdroji jsou jádra ořechů, kukuřice, hrášek a celozrnné výrobky. Živočišnými zdroji alfa-tokoferolu jsou vejce (žloutek), játra a z mas zejména to vepřové a králičí. (Hlúbík, Opltová, 2004)

Doporučená denní dávka vitaminu E dle výživových doporučení je 14 mg pro muže a 12 mg pro ženy. (Blatná, 2006)



#### 2.4.4. Vitamin D

Vitamin D je z chemického hlediska skupina steroidních látek nesoucí společný název kalciferoly. Existují dvě formy vitaminu D – vitamin D2 (ergokalciferol), který se vyskytuje v rostlinných zdrojích, a vitamin D3 (cholokalciferol) přítomný v surovinách živočišného původu. Obě z těchto variant mají v organismu přibližně stejnou účinnost. (Hlúbík, Opltová, 2004)

Vitamin D3 se dále dělí na dvě aktivní formy. První z nich je 1,24-dihydroxyvitamin D3, který má schopnost potlačovat imunitní odpověď prováděnou pomocí pomocných Th1 lymfocytů. Dále snižuje toxicitu NK-buněk, zabraňuje produkci imunoglobulinů a proliferaci T-lymfocytů. Druhou formou vitaminu D3 je 1,25-dihydroxyvitamin D3, který má opačnou funkci, což znamená, že podporuje aktivitu pomocných Th2 lymfocytů a jejich zprostředkovanou imunitní odpověď. Dále zvyšuje množství IgA. Tato forma vitaminu D3 pomáhá zabránit nebo do velké míry potlačit vývoj různých autoimunitních onemocnění jakými jsou diabetes mellitus I. Typu, revmatoidní artritida nebo systémový lupus. Tento pozitivní efekt na autoimunitní onemocnění zprostředkovává steroidní hormon, který se nazývá kalcitriol a vzniká díky činnosti vitaminu D3. Konkrétně se na něj přeměňuje varianta 1,25-dihydroxyvitamin D3. Kalcitriol má schopnost tlumit zánětlivou aktivitu T-lymfocytů. (Deluca, Cantorna, 2001)

Přírodními zdroji vitaminu D jsou zejména vaječný žloutek, játra, oleje z rybích jater, makrely a sardinky. V menší koncentraci se také nachází v másle a jiných druzích masa. (Blatná, 2005)

Doporučená denní dávka vitaminu D je u dospělé populace 5,0 µg. (Blatná, 2005)

#### 2.4.5. Vitamin C

Vitamin C neboli kyselina askorbová je ve vodě rozpustný vitamin a pro organismus esenciální mikronutrient. Zprostředkovává řadu životně důležitých funkcí.

Má vliv na absorbování železa a jeho biologickou dostupnost v organismu, podílí se na syntéze kolagenu v pojivových tkáních a v neposlední řadě chrání buňky před negativním vlivem volných kyslíkových radikálů. (Zadák, 2006)

Vitamin C má schopnost aktivovat leukocyty (bílé krvinky) k destrukci karcinogenních buněk, bakterií, virů, parazitů nebo jiných patogenů. Svým podílem na syntéze kolagenu urychluje hojení ran. Kontroluje rovněž uvolňování histaminu, což je typ zánětlivého působku. (English, 2007)

Jelikož je vitamin C ve vysokých koncentracích přítomen v leukocytech, je schopen během infekce rychle mobilizovat. Má vliv na vznik lymfocytů a dokáže je mobilizovat do místa, které je zasaženo infekcí. Množství vitaminu C přítomné v leukocytech negativně ovlivňuje řada determinantů jako je cigaretový kouř, stres, prochlazení organismu, což může mít za následek vyšší náchylnost jedince k sekundárním infekcím (Goodman, 2006)

Vitamin C podporuje tvorbu protilátek IgA, IgG a IgM. Potlačuje syntézu prostaglandinu typu PGE2, čímž působí protizánětlivě a zvyšuje syntézu prostaglandinu PGE1, čímž drží imunitní reakce v optimálním rovnovážném stavu. (Zadák, 2006)

Vyšší množství vitaminu C v séru má schopnost snižovat krevní tlak. Zvýšenou konzumací tohoto vitaminu zvýšíme i jeho koncentraci v krevní plazmě, což vede ke snížení tvorby rakovinotvorných látek nitrosaminů. Dávky přibližně 100 mg/den mají schopnost snížit symptomy (příznaky) chřipky a nachlazení. (Walingo, 2005)

Podle experimentu prováděném M.E. Petersem, suplementace vitaminu C v množství 600 mg snižuje výskyt příznaků infekce horních dýchacích cest u běžců (maratonců) po uběhnutém závodě. Běžci byli rozděleni do dvou skupin, z toho jedna skupina dostávala vitamin C ve výše uvedené dávce a druhá skupina, která byla kontrolní, dostávala placebo. Po uplynutí dvou týdnů od závodu byl u sportovců sledován výskyt symptomů infekce. U kontrolní skupiny dostávající pouze placebo došlo, oproti jedincům z první skupiny, k výraznému výskytu symptomů horních cest dýchacích. (Peters, 1993)

Hlavními přírodními zdroji vitaminu C je čerstvá zelenina a ovoce, především citrusové plody. Dále se hojně vyskytuje v šípčích, plodech rakytníku, černém rybízu a jiném bobulovitém ovoci. Ze zeleniny je ho velké množství například v paprice,

kysaném zelí a bramborech. Mezi významné živočišné zdroje patří vnitřnosti, konkrétně játra a ledviny. (Blatná, 2005)

Doporučený denní příjem vitamínu C je dle výživových doporučení 100 mg pro dospělou populaci. (Blatná, 2005)

#### **2.4.6. Vitamin B6**

Vitamin B6 neboli pyridoxin má vliv na humorální i buněčnou imunitu. Byly provedeny studie, ze kterých vyplynulo, že při jeho nedostatku v organismu dochází ke změně diferenciaci a zrání lymfocytů, dále nastává snížení tvorby pomocných Th lymfocytů, zhorší se tvorba protilátek a sníží se opožděná kožní reaktivita. (Rall, Meydani, 1993)

Suplementací vitamínu B6 dochází do určité míry k obnovení a zlepšení imunitní odpovědi u jedinců trpících virovým onemocněním AIDS. Zvýší se cytotoxicita NK-buněk a rovněž i citlivost lymfocytů na stimulaci mitogenem. Pyridoxin má také pozitivní účinek na jedince trpící revmatoidní artritidou, což je typ autoimunitního onemocnění. (Rall, Meydani, 1993)

Talbott, Miller a Kerkvliet zkoukali účinek suplementace pyridoxinu u patnácti lidí ve věku od 65 do 81 let. Jedenácti jedincům bylo každý den podáváno množství 50 mg pyridoxinu. Čtyři účastníci experimentu dostávali pouze placebo. Po uplynutí dvou měsíců byly zkoumány výsledky studie. U jedinců suplementovaných 50 mg pyridoxinu došlo v porovnání s druhou skupinou ke zvýšení hladiny pyridoxal-5-fosfatázy, což je v organismu aktivní metabolit pyridoxinu. Dále došlo k nárůstu proliferace lymfocytů a zvýšení jejich procentuálního poměru (mezi T3 a T4 lymfocyty). Ze studie vyplynulo, že vitamin B6 má schopnost zvyšovat funkce imunitního systému ve stáří. (Talbott, Miller, Kerkvliet, 1987)

V jiném experimentu, který provedl C. Huang se zjišťoval účinek vitamínu B6 na stav kriticky nemocných pacientů, kteří leželi přes dva týdny na jednotce intenzivní péče. Byly vytvořeny 3 skupiny těchto pacientů. První skupina dostávala placebo efekt, druhé skupině bylo podáváno 50 mg pyridoxinu a poslední skupina dostávala 100 mg

pyridoxinu po dobu čtrnácti dnů. U obou skupin, kterým byl suplementován pyridoxin, se za dva týdny zvýšila koncentrace pyridoxal-5-fosfatázy v krevní plazmě, došlo ke zvýšení celkového množství lymfocytů a rovněž se zvětšil počet a poměr supresorových Ts lymfocytů i pomocných Th lymfocytů. Došlo se k závěru, že zvýšená dávka vitamínu B6 má schopnost zefektivňovat reakce imunitního systému organismu i u kriticky nemocných pacientů. (Huang, 2006)

Konzumací vyšší dávky vitamínu B6 než je obvyklá doporučená denní dávka, dochází ke zvýšení koncentrace pyridoxal-5-fosfatázy v krevní plazmě a vyšší proliferaci lymfocytů, což není nutné a žádoucí u zdravých jedinců. (Kwak, 2002)

Z přírodních živočišných zdrojů se vitamin B6 vyskytuje zejména v droždí, zvířecích vnitřnostech, vepřovém, drůbežím nebo rybím mase. Z rostlinných zdrojů se hojně nachází v obilných (zejména pšeničných) klíčcích, celozrnných produktech, bramborách, sójových bobech, zelí, mrkvi, kukuřici, hrachu, zelených fazolkách nebo banánech. Například v pasterizovaném mléce je obsah vitamínu B6 poměrně nízký. (Hlúbík, Opltová, 2004)

Co se týče denního doporučeného příjmu pyridoxinu, je pro dospělou populaci dle výživových doporučení přibližně 1,8 – 2,0 mg. (Blatná, 2005)

#### **2.4.7. Vitamin B7**

Vitamin B7, jiným názvem biotin, je z chemického hlediska kofaktor čtyř enzymů přenášejících karboxylovou skupinu, která je součástí organických kyselin. Biotin se podílí na metabolismu glukózy, některých aminokyselin, lipidů a rovněž se účastní imunitních reakcí organismu. (Zadák, 2006)

K objevení biotinu došlo díky souvislosti s avidinem, což je antivitamin biotinu nacházející se v syrovém vaječném bílku. Zjistilo se, že pokud dojde ke zvýšené konzumaci syrového bílku, může tato zvýšená konzumace vyvolat deficit biotinu v organismu. (Báez-Saldana, 1998)

Biotin je další z vitamínů, které hrají velmi důležitou roli při zrání lymfocytů a jejich schopnosti stimulace mitogenem. (Báez-Saldana, 1998)

Pomocí antigenní stimulací buněk imunitního systému je vitamin B7 (a jeho metabolity) schopen vyvolat transkripční změny na úrovni kódování cytokinů. Co se týče imunitního systému, patří změny v expresi genů mezi jeho fyziologické funkce. Biotin moduluje citlivost imunitních buněk vůči antigenům tím, že má do určité míry vliv na jejich genovou expresi. Zvýšením přísunu biotinu dochází k modulaci imunitních reakcí organismu ve prospěch Th1 lymfocytů. (Wiedman, Eudy, Zemleni, 2003)

U jedinců trpících vrozenou poruchou metabolismu biotinu dochází ke zhoršení funkce imunitního systému a tito jedinci v důsledku toho trpí větší náchylností k různým plísňovým a bakteriálním infekcím. (Wiedman, Eudy, Zemleni, 2003)

Některé symbiotické (tj. pro organismus prospěšné) bakterie, které se vyskytují v mikroflóře tlustého střeva, jsou schopny biotin produkovat. Ze studie vyplynulo, že organismus člověka dokáže biotin produkováný bakteriemi tlustého střeva využít prostřednictvím mechanismu závislém na metabolismu sodíku. (Said, 1998)

Přírodními zdroji biotinu jsou zejména pivovarské kvasnice rodu *Saccharomyces cerevisiae*. Hlavními rostlinnými zdroji jsou ořechy, sója, obiloviny a křížaté (brukvovité) rostliny (hlávkové zelí, ředkev setá, brukev zelná, roseta setá, květák a brokolice). Živočišnými zdroji biotinu jsou zejména játra, vaječný žloutek, hovězí maso a mléko. (Blatná, 2005)

Celkové množství biotinu v organismu, a tudíž i jeho potřebu ovlivňuje činnost bakterií v tlustém střevě. Doporučená denní dávka biotinu se nejčastěji pro dospělou populaci uvádí přibližně 30 mg. (Zadák, 2006)

#### **2.4.8. Vitamin B9**

Vitamin B9 neboli kyselina listová je důležitou látkou v procesu syntézy purinových látek. Konkrétně se jedná o deoxyribonukleovou kyselinu (DNA) a ribonukleovou kyselinu (RNA). Podporuje tvorbu proteinů, má vliv na cyklus dělení buněk a jejich proliferaci, čímž má vliv i na růst buněk imunitního systému. Deficitem kyseliny listové v organismu zvířat i lidí má za následek snížení počtu lymfocytů,

snížení fagocytózní schopnosti buněk, snížení aktivity nukleárních buněk a v konečném důsledku celkové snížení rezistence organismu vůči infekcím. (Courtemanche, 2004)

Nedostatkem kyseliny listové v organismu dále dochází k navýšení pomocných Th lymfocytů a snížení proliferace cytotoxických Tc lymfocytů. To má za následek nedostatečnou reaktivitu imunitního systému. (Dhur, Galan, Hercberg, 1991)

Pokud je starším jedincům, kteří běžně mívají nízkou hladinu kyseliny listové v krvi, podáváno vyšší množství kyseliny listové, dochází tím u těchto jedinců v mezenteriálních lymfatických uzlinách k navýšení počtu T-buněk. Ve slezině vyšší množství kyseliny listové zefektivňuje imunitní odpověď pomocných T-lymfocytů. Rovněž má za následek snížení produkce interferonu-alfa. Ze studie vyplývá, že starší populace by měla přijímat větší množství kyseliny listové než populace mladší. (Field, 2006)

Kvalitními přírodními zdroji kyseliny listové jsou zejména zelené části rostlin, nejlépe tmavě zelená zelenina jako je listový špenát, brokolice, zelený hrášek, hlávkové zelí nebo chřest. Co se týče obsahu kyseliny listové v ovoci, je nejvíce zastoupena v jahodách, hruškách, třešních nebo pomerančích. Dalšími rostlinnými zdroji jsou čočka, fazole, kvasnice, celozrnné výrovky vlašské ořechy nebo houby. Nejbohatšími živočišnými zdroji kyseliny listové jsou játra, hovězí, vepřové, krocaní nebo slepičí maso, mléko, sýry a vejce. (Hlúbík, Opltová, 2004)

Doporučená denní dávka kyseliny listové pro dospělé populaci je 400,0 µg. (Blatná, 2005)

#### **2.4.9. Vitamin B12**

Vitamin B12, nebo též kyanokobalamin, je produkován střevními bakteriemi ve spodním úseku tenkého střeva (distálním ileu). Jedná se o nezbytnou látku potřebnou k růstu a dělení buněk organismu. Do těla se vstřebává díky tzv. vnitřnímu faktoru přítomnému v žaludku. Tento faktor se naváže na kyanokobalamin a společně utvoří komplex, který jsou schopny zachytit receptory nacházející se v distálním ileu. Po

absorpci se vitamin B12 naváže na transkobalaminy, což je typ transportních bílkovin, které umožní transport kyanokobalaminu do buněk. (Zadák, 2006)

Vitamin B12 je nezbytnou látkou napomáhající buněčné proliferaci a tvorbě červených krvinek (erytrocytů). Společně s pyridoxinem je důležitý pro syntézu nukleotidů a pro růst buněk. (Gay, Meydani, 2001)

Nedostatek kyanokobalaminu má za následek perniciózní (megaloblastickou) anémii, která má vliv na poškození funkcí imunitního systému, protože dochází k poškození neutrofilních buněk. (Gershwin, Nestel, Keen, 2004)

U jedinců trpících virovým onemocněním AIDS je častým jevem malabsorpce vitamínu B12. Pokud u těchto jedinců dojde k suplementaci vyšších dávek tohoto vitamínu, dojde k větší produkci protilátek a vyšší proliferaci lymfocytů,lepší se účinnost NK-buněk a dojde ke zvýšení počtu supresorových Ts lymfocytů. (Patrick, 2000)

Vitamin B12 produkovaný bakteriemi tlustého střeva není lidský organismus schopen využít. Z toho důvodu je zapotřebí jej přijít prostřednictvím potravy. Využitelná forma kyanokobalaminu se vyskytuje jen v potravinách živočišného původu. Hlavním zdrojem jsou játra, vejce, mléko a sýry, maso a ryby. Co se týče rostlinných zdrojů, je zde obsaženo pouze stopové množství tohoto vitamínu, a to pouze tehdy, pokud došlo k procesu bakteriální fermentace. Kyanokobalamin je tudíž v menší míře obsažen v kysaném zelí, kvasnicích nebo pivu. (Hlúbík, Opltová, 2004)

Doporučená denní dávka kyanokobalaminu je pro dospělé jedince 3,0 µg. (Blatná, 2005)

## **2.5. Vliv minerálních látek na imunitní systém**

Minerální látky jsou nezbytnými látkami pro správné fungování lidského organismu. I přes to, že je jejich řádově potřeba velmi málo (mikrogramy nebo miligramy), jsou to látky pro tělo nepostradatelné., protože mají vliv na mnoho biochemických reakcí neustále probíhajících v organismu. Je zapotřebí přijímat je z potravy, případně pomocí doplňků stravy. (Zadák, 2006)

Podle jejich denní potřeby se minerální látky dělí na:

- **makroelementy** – denní potřeba je nad 100 mg
- **mikroelementy** – denní potřeba je do 100 mg
- **stopové prvky** – denní potřeba je v řádu  $\mu\text{g}$  (Zadák, 2006)

Minerálními látkami významně se podílejícími na správném fungování imunitního systému jsou zinek, selen, měď, železo a hořčík.

### 2.5.1. Zinek

Zinek je pro organismus nepostradatelným stopovým prvkem. V lidském organismu se vyskytuje přibližně 300 enzymů, které jsou závislé na přísunu zinku, aby mohly správným způsobem fungovat. Zinek má rovněž antioxidační funkci, spolu s jinými látkami reguluje mnoho genů a podílí se na stabilizaci buněčných membrán. Další z jeho funkcí je podílení se na transkripci RNA a replikaci DNA, aktivaci buněk a jejich dělení. Deficit tohoto minerálu v organismu může zapříčinit apoptózu (tj. typ programované buněčné smrti). Tento stav způsobuje změnu biochemických procesů uvnitř buňky, které mají za následek změnu vzhledu buňky. (Cousin, 2003)

Zinek je klíčovým prvkem pro mnoho biochemických pochodů probíhajících v organismu a jeho deficit zapříčiní velké množství negativních změn v organismu, což zahrnuje i změny na úrovni imunitního systému. Charakteristickými změnami nedostatku zinku jsou lymfopenie (snížený počet lymfocytů v krvi) a atrofie thymu (zmenšení brzlíku). Oba z těchto abnormálních stavů jsou způsobeny ztrátou prekurzorů B- a T-buněk v kostní dřeni. (Fraker, 2000)

Dalšími symptomy nedostatku zinku mohou být poškozená kůže (dermatitida) a průjem. Poškození kůže je v tomto případě způsobené narušením ochranné funkce vrozené imunity a nedostatečnou buněčně zprostředkovanou imunitní odpovědí na infekční onemocnění. (Fraker, 2000)



Deficitem zinku v organismu dochází ke zhoršení funkčnosti monocytů, nižší cytotoxické aktivitě NK-buněk a k redukcí fagocytózní schopnosti u neutrofilních granulocytů. (Ibs, Rink, 2003)

K narušení funkce T-lymfocytů dochází již při mírném nedostatku zinku v organismu. Nastává nerovnováha mezi tvorbou Th1 a Th2 lymfocytů. Sníží se rovněž aktivita NK-buněk. (Prasad, 1998)

Zinek je esenciálním kofaktorem brzlíkového hormonu thymulinu, který slouží k diferenciaci T-lymfocytů, dále regulaci jejich dozrávání v periferních tkáních a pro schopnost T-lymfocytů zprostředkovat imunitní odpověď v důsledku mitogenní stimulace. Pokud dojde k deficitu zinku v organismu, snižuje se aktivita hormonu thymulinu v krevním séru. (Prasad, 1998)

U starších jedinců poměrně velice často dochází k nedostatku zinku v organismu. L. Kahmann provedl studii, během níž suplementoval zinek v množství 10 mg/den devatenácti starším jedincům, kterým bylo v průměru 70 let. Sledovaným jedincům se po sedmi týdnech podávání zinku zlepšila odolnost vůči infekčním onemocněním a autoimunitnímu onemocnění – revmatoidní artritidě. (Kahmann, 2006)

Osendarp, West a Black zjistili, že suplementace zinku těhotným ženám v rozvojových zemích má za následek zlepšení stavu imunitního systému u dítěte, má pozitivní vliv na jeho nemocnost a zlepšuje celkovou odolnost dítěte vůči infekčním onemocněním. (Osendarp, West, Black, 2003)

Není to však jen nedostatek, ale i nadbytek zinku v organismu a jeho příliš vysoký příjem má negativní vliv na organismus, potažmo i na imunitní systém. Zjistilo se, že u zdravých dospělých jedinců došlo denní suplementací 100 mg zinku k redukcí fagocytózní schopnosti a chemotaxe polymorfonukleárních leukocytů. (Ibs, Rink, 2003)

Zinek má schopnost působit proti různým druhům alergií tím, že má vliv na snížení hladiny histamin. Pozitivně ovlivňuje i kožní choroby jakými jsou například lupénka, akné nebo ekzémy. (Bystroň, 2000)

Množství zinku v různých potravinách je spojené s jejich obsahem bílkovin. Živočišnými zdroji zinku jsou zejména játra a vejce. Tmavá masa jako jsou hovězí nebo vepřové maso mají obsahují větší množství zinku než bílé (např. drůbeží) a rybí maso.

Zároveň se v menším množství vyskytuje tučném mase. Rostlinnými zdroji zinku jsou různé druhy zeleniny a celozrnné výrobky. Zinek totiž bývá (spolu s ostatními minerálními látkami) uložen v nebo těsně pod slupkou obilného zrna. (Zadák, 2006)

Doporučenou denní dávkou pro příjem zinku je 12 mg pro ženy a 14 mg pro muže. (Blatná, 2005)

### **2.5.2. Selen**

Selen se spolu se sírnými aminokyselinami cysteinem a methioninem vyskytuje ve tkáních organismu ve dvou sloučeninách. Těmito sloučeninami jsou selenocystein a selenomethionin. Selenocystein si lidský organismus dokáže sám syntetizovat, narodí od selenomethioninu, který proto musí být do těla přijímán prostřednictvím potravy. Selen je jednou ze složek antioxidantního enzymu glutathion-peroxidázy. Tento enzym chrání organismus proti různým škodlivým látkám a spolu např. s vitamínem C a vitamínem E se řadí k významným antioxidantům. (Gershwin, Nestel, Keen, 2004)

Selen je nezbytnou látkou pro správnou funkci vrozené i získané formy imunity. Deficitem selenu v organismu dojde ke snížení proliferace T- i B-lymfocytů a v krevním séru nastane snížení koncentrace protilátek IgM a IgG. Rovněž dojde ke snížení chemotaxe neutrofilů a tyto buňky poté například nejsou schopny putovat do místa zánětu. (Arthur, McKenzie, Beckett, 2003)

V mnoha zemích je příjem selenu mnohem nižší, než je doporučená denní dávka. Typickými projevy nedostatku selenu v organismu jsou dvě onemocnění vyskytující se zejména v Číně. První onemocnění, která je charakterizováno kardiomyopatií, se nazývá Ceshan's Disease a převážně se vyskytuje u těhotných žen a dětí. Druhým onemocněním je Degenerativní onemocnění páteře a kloubů nesoucí název Cashin-Beck Disease. Pokud dojde k suplementaci selenu, vzroste jeho koncentrace i v krevní plazmě. V lymfocytech dojde k zesílení aktivity enzymu glutathion-peroxidázy, zvýší se proliferace T-lymfocytů a také aktivita pomocných Th lymfocytů. (Broome, 2004)

V evropských zemích se také může u některých jedinců vyskytnout deficit selenu, ale nebývá to tak časté a výrazné. Může při něm dojít ke snížení fyzické i psychické výkonnosti, úbytku svalů, svalové slabosti či ke změnám na úrovni imunitního systému. (Broome, 2004)

Suplementací selenu dochází u hemodializovaných jedinců s chronickou formou urémie ke zlepšení funkce lymfocytů. (Bonomini, 1995).

Ke stejnému pozitivnímu efektu dochází také u starších pacientů s poruchou funkce střev, kterým je podávána parenterální výživa. (Peretz, 1991)

Přírodními rostlinnými zdroji selenu jsou zejména obilné produkty, ořechy, rajčata, brokolice nebo cibule. Živočišnými zdroji jsou játra, maso, mléko, mořské plody a ryby. (Zadák, 2006)

Pro dospělé jedince činí doporučená denní dávka selenu 55 µg. (Blatná, 2005)

### **2.5.3. Měď**

Měď je jednou z velice důležitých látek, jejíž deficit může vyvolat různé druhy abnormalit z hlediska imunitního systému. D.S. Kelley provedl experiment, ve kterém uměle vyvolal nedostatek mědi u jedenácti zdravých mužů ve věkovém rozmezí 21-32 let. Těmto jedincům bylo denně po dobu tří měsíců podáváno 0,38 mg mědi, což je nižší množství, než je doporučené denní minimum pro příjem mědi. Po uplynutí této doby došlo u zkoumaných jedinců ke snížení proliferace mononukleárních buněk a ke zvýšení procenta cirkulujících B-lymfocytů. Oproti tomu, procento cirkulujících monocytů, T-buněk a neutrofilů zůstalo stejné. (Kelley, 1995)

U dětí může deficit mědi v organismu způsobovat onemocnění zvané neutropenie (tj. pokles absolutního počtu neutrofilů). (Percival, 1998)

Mezi přírodní rostlinné zdroje mědi se řadí luštěniny, ořechy nebo celozrnné pečivo. Živočišnými zdroji jsou zejména mořské plody a játra. (Zadák, 2006)

Doporučené denní množství pro příjem mědi se v závislosti na různých odborných pramenech liší. Pohybuje se v rozmezí 1,5 – 3,0 mg pro obě pohlaví. (Blatná, 2005)

#### **2.5.4. Železo**

Obsah železa v organismu je závislý na různých faktorech. Jsou jimi věk, pohlaví, hmotnost a výživový stav jedince. V lidském těle existují dvě formy železa – tzv. funkční železo a nefunkční železo. První typ železa je obsažen v hemoglobinu (60 %), dále ze 4 % v myoglobinu a z 5-15 % v různých typech enzymů, které obsahují železo. Nefunkční železo je v zásobní formě uloženo v játrech, kostní dřeni a ve slezině. (Zadák, 2006)

Železo je jednou z významných složek zabezpečujících průběh mnoha důležitých metabolických reakcí v organismu. Deficit železa může mít za následek hemosiderickou anemii (snížení koncentrace hemoglobinu v krvi = chudokrevnost). Může dojít ke snížení růstu organismu. Na druhou stranu přílišné množství železa v organismu je spojeno se vznikem dědičných (hereditárních) onemocnění. Tímto onemocněním bývá hereditární hemochromatóza, při níž se v organismu tvoří toxické formace železa poškozující různé druhy tkání. (Weiss, 2002)

Mezi těhotnými ženami a dětmi je nejrozšířenějším onemocněním spojeným s metabolismem železa v organismu hemosiderická anémie. Tyto dvě skupiny jsou pak zvýšeně náchylné k infekčním onemocněním a celkově k vyšší nemocnosti. Anémie neboli chudokrevnost snižuje u dospělých jedinců pracovní výkonnost a zpomaluje celkový vývoj a růst u dětí. (Weiss, 2002)

Dlouhodobý deficit železa v organismu má za následek různé typy imunologických abnormalit. Dochází k narušení cytotoxické aktivity makrofágů a neutrofilů, snižuje se proliferační schopnost lymfocytů, redukuje se počet T-buněk a jejich produkce protilátek. V konečném dopadu může dojít až k atrofii lymfoidní tkáně a celkovému snížení odolnosti organismu vůči infekčním onemocněním. (Gershwin, Nestel, Keen, 2004)

Železnaté a železité ionty jsou významným růstovým faktorem bakterií. Vysoký příjem železa u jedinců trpících těžkou malnutricí (podvýživou), může příliš vysoký příjem železa vést k rozvoji bakteriálních infekcí. (Krejsek, Kopecký, 2004)

Nejvýznamnějším zdrojem železa jsou živočišné produkty (maso, játra, droby), ve kterých má obsažené železo absorpční schopnost (schopnost vstřebat se do organismu) 20 %. Rostlinnými zdroji železa je listová zelenina, zejména listový špenát, dále hrách nebo petržel. Z těchto zdrojů se železo do organismu vstřebává pouze jen z 5 %. (Zadák, 2006)

Doporučený denní příjem železa se udává 10–15 mg pro mužskou část populace a 15-16 mg pro ženy. (Blatná, 2005)

#### **2.5.5. Hořčík**

Hořčík neboli magnesium patří mezi nejrozšířenější prvky na této planetě. V lidském organismu zastává roli významného intracelulárního kationtu, který hraje důležitou roli v přibližně 300 různých enzymatických reakcích. Je nepostradatelnou látkou pro správné fungování centrální nervové soustavy, činnost kosterních svalů a činnost srdečního svalu (myocardu). Účastní se metabolismu lipidů, proteinů a má podíl na zajištění reakcí, které mají ochranný účinek proti toxickým projevům vnějšího prostředí a má vliv na funkčnost imunitního systému člověka. (Bystroň, 2000)

Magnesium je antagonist calcia (vápníku). Nedostatek magnesia má za následek zvýšení intracelulární koncentrace calcia, což vyvolává endonukleotické procesy v buňce, které vedou ke vzniku apoptózy, tj. buněčné smrti. (Malpuech-Brugere, 1999)

Nedostatek hořčíku má prozánětlivý účinek. Pokud však dojde i ke snížení příjmu vápníku, prozánětlivý efekt nedostatku hořčíku je do velké míry potlačen. (Bussiere, 2002)

Předešlé dva poznatky o nedostatku magnesia vyplynuly z výzkumů prováděných na potkanech. U lidí se nedostatek hořčíku projevuje jeho sníženou

plazmatickou koncentrací. Nejvíce trpí nedostatkem magnesia těhotné ženy a malé děti. (Turner, 2003)

Astmatikům a jedincům s chronickou obstrukční nemocí plic (CHOPN) může deficit hořčíku způsobovat zhoršení dechových obtíží. Z některých studií vyplynulo zlepšení astmatických příznaků v důsledku zvýšeného příjmu hořčíku prostřednictvím stravy nebo jeho intravenózní aplikací (Bessmertny, 2002), jiné studie ale tento pozitivní účinek nepotvrdily. (Porter, 2001)

Přírodními rostlinnými zdroji hořčíku jsou zelenina, zejména zelí a rajčata, brambory, obiloviny, rýže a menší množství je ho také v ovoci. Na vstřebávání magnesia do organismu mají vliv vláknina a fytáty, které vstřebávání snižují. Živočišnými zdroji hořčíku jsou nejvíce hovězí maso, drůbeží maso, ryby a sýry. Dalšími zdroji jsou minerální vody, které jsou obohacené o hořčík – například minerální voda Magnezia. (Zadák, 2006)

Doporučená denní dávka hořčíku pro dospělé jedince je cca 400 mg. (Blatná, 2005)

### **2.5.6. Jód**

Jód je jedním z esenciálních minerálů a klíčovou látkou pro tvorbu hormonů štítné žlázy. Prvním z těchto hormonů je trijodthyronin (T3) a druhým tetrajodthyronin (T4), jiným názvem známý jako tyroxin. Tyto dva hormony produkované folikulárními buňkami štítné žlázy významně zasahují do řady metabolických procesů probíhajících v organismu. (Bernášková, 2000)

Jód, který není součástí hormonů štítné žlázy, má v organismu další funkce, má podpůrný vliv na činnost T-buněk imunitního systému. (Marani, Venturi, 1986)

Předpokládá se, že jód má díky svým antioxidačním vlastnostem schopnost chránit buňky žaludeční sliznice a jeho nedostatek v organismu se může jevit jako určitý rizikový faktor pro vznik karcinomu žaludku. (Venturi, 2000)

Dále se odborníci domnívají, že hyperfunkce (nadměrná funkce) nebo i naopak hypofunkce (nedostatečná funkce) štítné žlázy může způsobit poškození NK-buněk a jejich aktivitu. (Wenzel, 2008)

Deficit jódu v organismu má za následek inaktivaci myeloperoxidázy, což je enzym podílející se svou funkcí na ničení různých druhů bakterií. Jedinci, kteří mají nedostatek jódu (zejména děti) jsou z tohoto důvodu více náchylní k onemocněním infekčního původu. V místech, kde dochází k častému výskytu nedostatku jódu v organismu, se zajišťuje suplementace formou jódem obohaceného oleje, čímž se snížila úmrtnost a nemocnost tamních dětí. Tímto místem je například ostrov Java v Indonésii. (Cobra, 1997)

Na druhou stranu, nadměrný příjem jódu může mít za následek zvýšené riziko rozvoje autoimunitního onemocnění štítné žlázy. Dochází k tomu z toho důvodu, protože velké množství jódu zapříčiní chemické změny v molekule glykoproteinu tyreoglobulinu, který funguje jako prohormon tyroxinu a trijodtyroninu, a zvýší jeho antigenicitu (antigenost). (Krejsek, Kopecký, 2004)

Hlavními přírodními zdroji jódu jsou mořské ryby, mořské plody a kuchyňská iodovaná sůl a potraviny, ve kterých byla použita. (Zadák, 2006)

Doporučená denní dávka pro konzumaci jódu je přibližně 200 µg. (Blatná, 2005)

## **2.6. Vliv probiotik na imunitní systém**

Pojem „probiotic“ v překladu znamená „pro život“ (bios = život) a začal se používat v roce 1965. (Suchánek, 2007)

Tento termín byl poprvé použit pro označení látek vytvořených určitým mikroorganismem a mají za cíl podporu růstu jiného mikroorganismu. Jedná se o protiklad termínu „antibiotikum“. Postupem času se tento termín vyvíjel a v současnosti došlo ke všeobecnému přijetí definice definující probiotikum jako „živou mikrobiální součást potraviny, jejíž konzumace v dostatečné míře vykazuje pozitivní účinky na zdraví jedince, který ji konzumuje“ (ILSI, 2002). (Suchánek, 2007)

Nejznámějšími a nejvýznamnějšími probiotickými mikroorganismy jsou zejména bakterie mléčného kvašení. Do této skupiny bakterií spadají zástupci rodu:

- **Lactobacillus** (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus caucasicus* a *Lactobacillus casei*)
- **Bifidobacterium** (*Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium breve* a *Bifidobacterium longum*)
- **Streptococcus** (*Streptococcus thermophilus*, a *Streptococcus lactis*)
- **Saccharomyces boulardii** (Suchánek, 2007)

U zdravých jedinců v trávicím ústrojí převažují zejména rody *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Střevní mikroflóra plní funkci určité mikrobiální bariéry vůči patogenům, případně potenciálním patogenům. Mechanismem jejich působení je jejich adheze (přilnutí) na sliznici střeva, na kterou pomocí procesu nazvaném kompetitivní inhibice blokují ostatní receptory a množí se. Tímto způsobem zabrání patologickým druhům bakterií a jiným mikroorganismům, aby se na střevní stěnu přichytily a namísto toho byly pomocí peristaltických pohybů střev odstraněny z organismu. Pokud nastane prudký deficit poklesu fyziologického množství této zdraví prospěšné střevní mikroflóry, je střevo snadněji napadnutelné různými patogeny, včetně například patogenních druhů bakterií. (Nevoral, 2005)

Patogenní druhy bakterií a jiných mikroorganismů jsou pomocí zdraví prospěšných střevních mikroorganismů (bakterií) ničeny pomocí jejich bakteriostatických a baktericidních látek. Těmito látkami jsou například dekonjugované žlučové kyseliny nebo volné mastné kyseliny s krátkým řetězcem, případně látka lysolecitin a jiné látky, které jsou probiotiky produkovány. (Suchánek, 2006)

V rámci svého obranného mechanismu dochází u probiotik k uplatňování tzv. kompetitivní spotřeby živin. Tyto živiny jsou zapotřebí pro růst patogenních forem bakterií. Zejména se jedná o fermentativní transformaci prebiotik (sacharidy). Během této přeměny vznikají oxid uhličitý, vodík, hydroxyl-karboxylové a dikarboxylové organické kyseliny a také volné mastné kyseliny. Mezi takto vzniklé volné mastné kyseliny patří kyselina octová, kyselina mléčná, kyselina máselná a kyselina



propionová. Tyto kyseliny snižují pH ve střevě a tím zabraňují růstu patogenních mikroorganismů. (Suchánek, 2007)

Je jisté, že zdraví prospěšné střevní bakterie (probiotika) jsou součástí velmi důležitých protiinfekčních mechanismů organismu. (Matušová, 2002)

Probiotika mají významnou imunomodulační funkci – ovlivňují jednak nespecifickou imunitu, buněčnou i humorální imunitu a ovlivňují rovněž produkci cytokinů v organismu člověka. Udržení rovnováhy mezi Th1 a Th2 lymfocyty pomáhají zajistit laktobacily a bifidobakterie, které také stimulují navození rovnováhy mezi dalšími podtypy pomocných T-buněk. (Nevoral, 2005)

Ve střevech se nachází tzv. GALT (Gut Associated Lymphoid Tissue), což je určitý druh vlastního střevního slizničního imunitního systému. Ten zajišťuje produkci sekrečního IgA. Prostřednictvím prospěšné mikrobiální skladbě organismů ve střevě dochází k jeho urychlené tvorbě. Pro zachování správných funkcí střevního imunitního systému (GALT) jsou nezbytné interakce mezi ním a zdraví prospěšnou střevní mikroflórou tvořenou probiotiky. Ideálním stavem střevního imunitního systému je jeho udržování ve stálém nízkém stupni aktivace, což je považováno za nejvíce efektivní obranu proti patogenním činitelům. (Suchánek, 2007)

Nespecifickým imunitním účinkem probiotik je komplexní zvýšení odolnosti organismu. Jedná se o výsledek kompetitivní činnosti mezi patogenními a probiotickými druhy bakterií, při které vznikají látky – tzv. bakteriociny. Tyto látky mají antimikrobiální funkci. Některé druhy probiotických bakterií jsou schopny produkovat cytokiny, díky čemuž dochází ke stimulaci buněčné imunity. Jiné druhy probiotik zvyšují aktivitu NK-buněk a zefektivňují proces fagocytózy. (Nevoral, 2006)

Správné fungování střevního slizničního imunitního systému se projevuje tzv. orální tolerancí. Jedná se o toleranci (nereaktivnost) střevního a celkového imunitního systému na imunogenní složky potravy. Díky této toleranci je střevní imunitní systém schopen rozpoznat zdraví prospěšné střevní mikroorganismy od patogenních mikroorganismů schopných vyvolat různá onemocnění. Narušením rovnovážného stavu mezi imunitní tolerancí a imunitní reakcí dochází k propuknutí různých alergických, infekčních nebo autoimunitních onemocnění. (Špelina, 2007)

Účinky probiotik na lidský imunitní systém byly zkoumány v různých klinických studiích. Zjistilo se, že probiotika mají posilující účinek nejen na obranyschopnost organismu, ale mohou dokonce zmírňovat průběh různých typů onemocnění, ať už zkrácením doby trvání onemocnění nebo zmírněním příznaků. Jedná se například o Crohnovu nemoc, ulceroidní (ulcerózní) kolitidu, atopickou dermatitidu, průjmová onemocnění nebo potravinové alergie. (Suchánek, 2007)

Probiotika se v rámci potravinářského průmyslu užívají jako tzv. funkční přísady různých potravin nebo pokrmů. Na probiotické kultury jsou kladeny velmi přísné požadavky, tudíž probiotika musí splňovat různá kritéria. Je nutné, aby přežila kyselé prostředí žaludku (působení žaludečních šťáv, konkrétně působení kyseliny chlorovodíkové) nebo působení žluči (žlučových solí). Obsah probiotik v 1 ml výrobku je minimálně 10 milionů. Do potravin s živou probiotickou kulturou se řadí zejména kysané mléčné výrobky (např. jogurt, acidofilní mléko, kefir, podmásí). Dále se probiotika mohou užívat prostřednictvím doplňků stravy. Účinek probiotik se zvýší jejich konzumací nalačno, v ideálním případě v kombinaci s prebiotiky. (Suchánek, 2007)

Účinek probiotik nezávisí pouze na tom, jaký bakteriální kmen konzumujeme, ale zejména na formě, prostřednictvím které je dané probiotikum do organismu přijaté. Zjistilo se, že efekt probiotik je vyšší, pokud byly zkonzumovány ve formě jogurtu, než když jejich zdrojem bylo mléko. (Perlín, 2004)

Kombinací probiotika a prebiotika vzniká tzv. synbiotikum (někdy též symbiotikum). Dochází ke kombinování probiotika a pro něj specifického (vhodného) prebiotika. Konkrétním příkladem může být kombinace bakteriálního kmenu *Bifidobacterium* a fruktooligosacharidu. Vhodnou kombinací se docílí prodloužení životnosti daného probiotika. (Nevoral, 2005)

## **2.7. Vliv antioxidantů na imunitní systém**

Antioxidanty jsou látky, které mají vliv na omezení aktivity volných kyslíkových radikálů tím, že redukují pravděpodobnost jejich vzniku nebo je

transformují do méně reaktivních nebo méně reaktivních forem. Tím dochází k omezení procesu oxidace v organismu. (Ledvina, Stoklasová, Cerman, 2004)

Kyslík je nezbytným prvkem pro zachování života aerobních organismů. V těle ale mohou vznikat i tzv. reaktivní formy kyslíku (Reactive Oxygen Species = ROS), které mají, pokud dojde k jejich nadměrné koncentraci v organismu, negativní účinek na organismus. Reaktivními formami kyslíku jsou volné radikály vzniklé z molekuly kyslíku, která obsahuje nepárový elektron. Dále sem spadají látky, které primárně nemají povahu volných radikálů, ale je možné, aby z nich volné radikály vznikly. Jedná se například o superoxidový aniont a hydroxylový radikál. Reaktivní formy kyslíku (volné kyslíkové radikály) vznikají v organismu během různých enzymatických i neenzymatických reakcí, jsou vysoce reaktivní a velmi nestálé, a proto jsou pro organismus nebezpečné. (Ledvina, Stoklasová, Cerman, 2004)

Organismus se proti negativnímu působení volných kyslíkových radikálů brání prostřednictvím různých obranných mechanismů, které mají charakter enzymových i neenzymových faktorů. Enzymy s antioxidačním působením mají často ve své molekule zakomponovaný nějaký stopový prvek, společně s nímž působí jako antioxidanty. Těmito prvky jsou například selen, zinek nebo měď. Konkrétně selen se vyskytuje v enzymu glutathion peroxidáze. Neenzymovými látkami jsou různé endogenní látky, které vznikly v organismu, například nenasycené mastné kyseliny nebo kyselina močová. (Krejsek, Kopecký, 2004)

Dále se do této skupiny látek řadí složky potravy jako jsou v předchozích kapitolách zmiňované látky, kterými jsou například vitamin E, vitamin C nebo karotenoidy. Také sem zároveň spadají i další látky, kterými jsou například flavonoidy, polyfenoly, koenzym Q10 a další látky podobného charakteru.

### **2.7.1. Koenzym Q10**

Tato sloučenina je přírodní substancí řadící se do skupiny látek nazývaných ubiquinony. V organismu se syntetizuje v játrech z aminokyselin methioninu a tyrosinu. V důsledku různých onemocnění či stoupajícím věkem jeho produkce v organismu

klesá a měl by být do těla přijímán stravou, případně suplementován pomocí doplňků stravy. (Blatná, 2006)

Koenzym Q10 je velice významným antioxidantem. Má schopnost stabilizovat buněčné membrány a významným způsobem zasahuje do dějů, které souvisejí s uvolňováním energetických zásob organismu. Díky této jeho vlastnosti je nezbytný pro buňky a tkáně organismu závislé na aktivování energetických zásob v organismu, jakými jsou kosterní svalstvo a srdeční sval, ale i buňky imunitního systému. Během probíhajících imunitních reakcí působí podpůrně na tvorbu protilátek v organismu, ovlivňuje fagocytární aktivitu makrofágů a má vliv na protivirové i protinádorové působení leukocytů. (Bystroň, 2000)

Přírodním živočišným zdrojem ubichinonů, konkrétně i koenzymu Q10, jsou mořské ryby (zejména losos, makrela a sardinky), hovězí a drůbeží maso a vejce. Rostlinnými zdroji jsou ořechy, obiloviny, špenát, brokolice a kvalitní zastudena lisované oleje (hlavně řepkový, sójový nebo sezamový). (Blatná, 2006)

### **2.7.2. Flavonoidy**

Jedná se o barevné fenolické látky vyskytující se v povrchových pletivech vyšších rostlin. Díky své schopnosti reagovat s volnými kyslíkovými radikály a schopnosti vázat rizikové kovy do neaktivních komplexů jsou velmi významnými antioxidanty. (Kalač, 2003)

Tyto látky také mají vliv na snížení hladiny histaminu v organismu, a tudíž působí pozitivně na různá alergická onemocnění nebo například i na asthma bronchiale (průduškové astma). Společně s vitamínem C efektivně ničí bakterie a viry, a tím chrání organismus proti infekčním onemocněním. (Hanzel, 2007)

Theobroma cacao (extrakt z kakaových flavonoidů) má modulační vliv na aktivaci T-lymfocytů a také zvyšuje množství pomocných Th lymfocytů. (Ramino, 2005)

V současné době je známo přibližně 7000 různých druhů flavonoidů. Nejznámějšími z nich jsou například citrulin a hesperidin. (Hanzel, 2007)

Přírodními zdroji flavonoidů jsou zejména citrusové ovoce, višně, černý rybíz, hrozny, ostružiny, švestky nebo jahody. V zelenině se vyskytují obzvláště v paprice, rajčatech, mrkvi a hlávkovém salátu. Dalšími zdroji jsou obiloviny (hlavně pohanka) a luštěniny. (Blatná, 2006)

### **2.7.3. Epigallokatechin gallát (EGCG)**

Epigallokatechin gallát, zkráceně EGCG, je zástupcem katechinů, což je skupina látek, které spadají pod flavonoidy a polyfenoly. Katechiny jsou látky se silnými antioxidačními účinky, chrání organismus před volným kyslíkovými radikály nebo jinými nestabilními reaktivními částicemi s nepárovým elektronem. Katechiny, stejně jako ostatní antioxidanty tyto látky neutralizují tím, že jim dodají chybějící nepárový elektron. (Šuta, Šťovíček, 2018)

EGCG je látka, která se, spolu s ostatními katechiny, vyskytuje zejména v listech zeleného čaje a z chemického hlediska se jedná o ester epigallokatechinu a kyseliny gallové. Tato látka má mnoho pozitivních účinků na lidský organismus. Co se týče jejího vlivu na imunitní systém, bylo zjištěno, že má antivirové účinky. Inhibičním mechanismem působí na virus hepatitidy C, chřipkové viry, ale také na virus HIV a virus Zika. Studie účinku EGCG na virus Zika se prokázalo, že EGCG má schopnost inhibovat vstup tohoto viru do hostitelských buněk, i do buněk lidského organismu. (Sharma, Murali, Singh, 2017)

Byl také prokázán fakt, že epigallokatechin gallát má schopnost inhibovat funkci enzymů nezbytných pro replikaci viru, konkrétně se jedná o enzymy proteázu a helikázu. (Lim, Nguyen, Kim, 2017)

Jak již bylo zmíněno, EGCG patří do skupiny katechinů, které se vyskytují zejména v listech zeleného čaje. V malých koncentracích se vyskytuje také v černém čaji, nicméně během procesu fermentace, kterou tento druh čaje prochází, dochází k oxidaci většiny katechinů, které se následně přeměňují na tmavě zbarvené thearubiginy a theaflaviny, které nemají antioxidační schopnost jako katechiny. (Šuta, Šťovíček, 2018)

#### 2.7.4. Resveratrol

Resveratrol je přírodní látka se silnými antioxidačními vlastnostmi. Jedná se o derivát stilbenu a řadí se do skupiny látek nazývaných polyfenoly. Polyfenoly jsou skupina látek obsažených v rostlinách, kam spadají např. lignany, stilbeny nebo již zmiňované flavonoidy. Resveratrol je díky svým antioxidačním a antibakteriálním účinkům používán i jako volně dostupný doplněk stravy. (Poulsen, Jorgensen, Jessen, 2013)

Resveratrol má mnoho pozitivních účinků na lidský organismus. Má vliv na prevenci různých druhů onemocnění, včetně některých druhů rakoviny, působí pozitivně na stav kardiovaskulárního systému (snižuje krevní tlak), má modulační vliv na energetický metabolismus a v neposlední řadě ovlivňuje pozitivním způsobem imunitní systém. (Poulsen, Jorgensen, Jessen, 2013)

V rámci různých studií „in vitro“ se zkoumaly účinky resveratrolu na některých typech virů. Prokázalo se, že u většiny případů měl resveratrol inhibiční účinek na replikaci daných virů. Jednalo se o lidské herpesviry (HSV-1, HSV-2), cytomegaloviry, chřipkové viry a virus Epstein-Barrové (neboli lidský herpesvirus 4, HHV-4). Oproti tomu na některé viry má resveratrol stimulační efekt, konkrétně na lidský virus hepatitidy C. (Poulsen, Jorgensen, Jessen, 2013)

Resveratrol je látkou, která se vyskytuje v různých druzích ovoce a zeleniny. Můžeme jej nalézt například v černém rybízu (v jeho slupkách a jádérkách), borůvkách, moruších, grapefruitu (ve slupce), kakau nebo v kořenu křídlatky kopinaté (tento extrakt se nazývá cholikan). Nejvíce resveratrolu se vyskytuje ve slupkách a jádérkách révy vinné (*Vitis vinifera*). V litru červeného vína se nachází přibližně 0,2 – 5,8 mg resveratrolu. Toto množství je závislé na odrůdě vinné révy. Bílé víno také obsahuje resveratrol, ale v mnohem menší míře. Důvodem je pravděpodobně způsob lisování, kdy dochází ke ztrátě kontaktu mezi dužninou a slupkou hroznů. (Soleas, Diamandis, Goldberg, 2001)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE**

### **3. Cíl práce, výzkumné otázky, úkoly práce**

#### **3.1. Cíl práce**

Cílem praktické části této diplomové práce je:

- dle subjektivního hodnocení respondentů zjistit jejich výživové návyky
- dle subjektivního hodnocení dotazovaných jedinců zjistit případný vliv výživy na jejich imunitní stav

#### **3.2. Výzkumné otázky**

V rámci praktické části své diplomové práce jsem si stanovila tyto hlavní výzkumné otázky:

**Výzkumná otázka číslo 1:** Konzumují respondenti denně čerstvou zeleninu a ovoce?

**Výzkumná otázka číslo 2:** Mají respondenti ve svém jídelníčku zahrnutý zdroj polynenasycených mastných kyselin?

**Výzkumná otázka číslo 3:** Konzumují dotazovaní jedinci živočišné, případně rostlinné, zdroje bílkovin?

**Výzkumná otázka číslo 4:** Konzumují respondenti zdroje beta-glukanů?

**Výzkumná otázka číslo 5:** Konzumují dotazovaní jedinci zdroje probiotik?

**Výzkumná otázka číslo 6:** Zaznamenali respondenti vlivem nesprávného stravování zhoršení zdravotního stavu z hlediska častějšího výskytu infekčních onemocnění, případně delšího procesu uzdravení?

### **3.3. Úkoly práce**

K zodpovězení výzkumných otázek a naplnění cílů této diplomové práce jsem si stanovila tyto jednotlivé úkoly:

- literární rešerše a následné studium odborné literatury
- formulace výzkumného problému a definování cílů výzkumu
- výběr metody sběru dat a stanovení reprezentativního vzorku jedinců (respondentů)
- zhotovení výzkumného nástroje (v mém případě dotazníku)
- oslovení reprezentativního vzorku jedinců (respondentů)
- distribuce dotazníku vybraným jedincům a následný sběr dat
- získaná data zpracovat jednoduchými statistickými metodami za pomoci programu MS Excel
- analýzou výsledků získaných dotazníkovým šetřením stanovit výsledky výzkumu (na základě subjektivního hodnocení, tj. odpovědí získaných od respondentů)
- pomocí výsledků výzkumného šetření zodpovědět stanovené výzkumné otázky

## **4. Metodika práce**

### **4.1. Popis výzkumného souboru**

K provedení výzkumného šetření a zjištění vlivu výživy na imunitní stav jedinců jsem si vybrala skupinu respondentů se sedavým typem zaměstnání. Tito jedinci jsou zaměstnanci českobudějovické firmy zaměřující se na produkci v rámci elektrotechnického průmyslu. Konkrétně se jednalo o kancelářský typ profesí vyskytující se v této firmě. Celkem bylo osloveno 112 respondentů. Věkové rozmezí u většiny těchto jedinců bylo 20-60 let, 10 respondentů (tj. 9 % z celkového počtu



jedinců) bylo ve věku nad 60 let. 56 % respondentů tvořily ženy (tj. 63 osob) a 44 % byli muži (tj. 49 osob). Respondentům byl dotazník rozdán v tištěné podobě a následně (během stejného dne) jsem si vyplněné dotazníky od respondentů vybrala. V rámci výzkumného šetření byly od respondentů požadovány jen takové informace, které jsou v souladu s etickými normami a respondenti byli rovněž ujištěni o anonymním zpracování dat (tj. nebylo zapotřebí znát jména a příjmení účastníků výzkumného šetření) a o použití takto získaných dat pro účely praktické části mé diplomové práce.

## **4.2. Popis metodického postupu**

Pro potřeby praktické části této diplomové práce byla zvolena metodika kvantitativního výzkumu. Konkrétně se jednalo o techniku sběru dat prostřednictvím dotazníkového šetření. Na základě studia teoretických východisek z odborných pramenů jsem v rámci dotazníkového šetření formulovala výzkumné otázky, které byly prostřednictvím dotazníkového šetření testovány na reprezentativním vzorku respondentů. Exaktními metodami byla zpracována získaná data vedoucí ke konkrétním poznatkům.

## **4.3. Sběr a analýza dat**

Respondentům byl v tištěné podobě předložen strukturovaný dotazník obsahující 19 uzavřených otázek, na které měli dle svého úsudku a subjektivního hodnocení odpovědět výběrem jedné z několika možností u každé otázky. Data získaná prostřednictvím realizovaného průzkumného šetření byla uchována, zpracována a vložena do databázových souborů a následně byla vyhodnocena pomocí matematicko-statistických metod v programu MS Excel, který je součástí Microsoft Office Professional Plus 2019.

## 5. Rozbor výsledků dotazníkového šetření

Následující stránky se zabývají rozбором výsledků získaných z dotazníkového šetření. Tyto výsledky jsem získala zpracováním a vyhodnocením jednotlivých dotazníků. Každá z 19 otázek má své vyhodnocení obsahující tabulku a graf. Dotazník vyplnilo celkem 112 respondentů. Všechny tabulky a grafy jsou z mého vlastního zdroje a jsou zpracované v programu MS Excel.

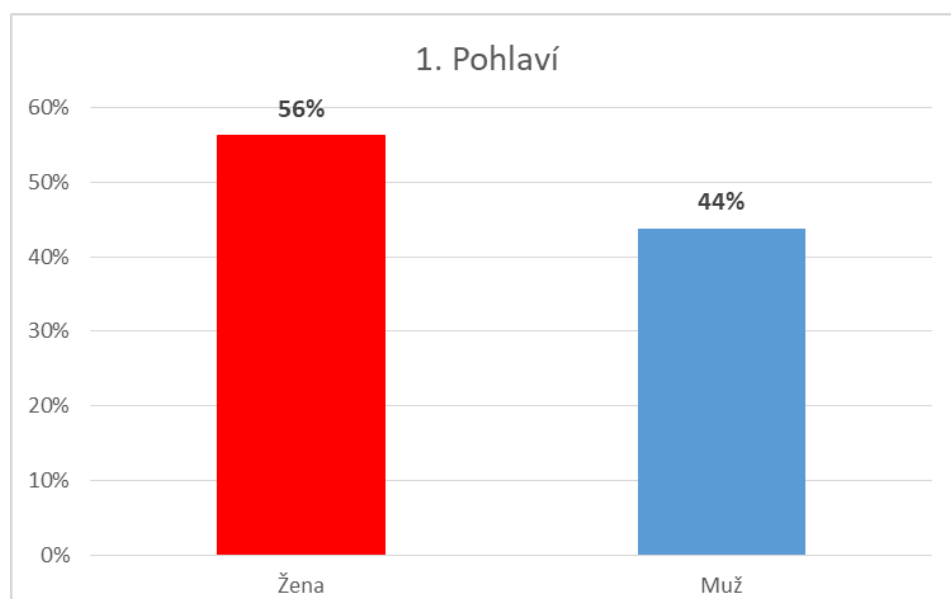
### Otázka č. 1: Pohlaví

*Tabulka 1: Rozdělení respondentů dle pohlaví*

#### **Pohlaví**

<b>odpověď</b>	<b>počet odpovědí (číslo)</b>	<b>počet odpovědí (%)</b>
<b>Žena</b>	<b>63</b>	<b>56%</b>
<b>Muž</b>	<b>49</b>	<b>44%</b>

*Graf 1: Rozdělení respondentů dle pohlaví*



Tabulka a graf č. 1 znázorňují genderové složení respondentů. Z celkového počtu (tj. 122 respondentů) bylo 63 žen (tj. 56 %) a 49 mužů (tj. 44 %).

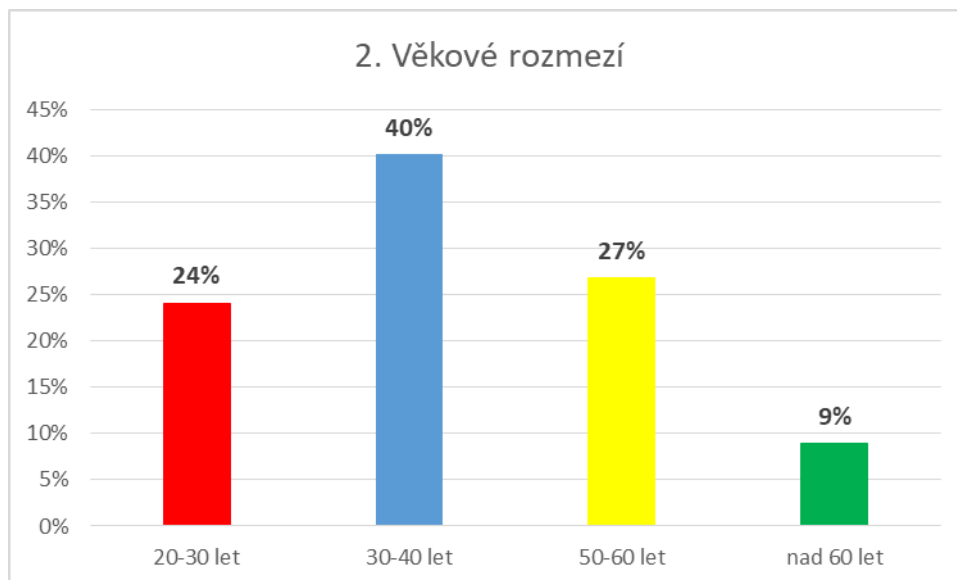
## Otázka č.2: Věkové rozmezí

Tabulka 2: Věkové rozmezí respondentů

### Věkové rozmezí

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
20-30 let	27	24%
30-40 let	45	40%
50-60 let	30	27%
nad 60 let	10	9%

Graf 2: Věkové rozmezí respondentů



Z tabulky a grafu č.2 vyplývá, že nejvíce respondentů, 45 osob, se nachází ve věkovém rozmezí 30-40 let (tj. 40 %). Na druhém místě je věkové rozmezí 50-60 let zastoupené 30 osobami (tj. 27 %). Na třetím místě jsou jedinci z věkového rozmezí 20-30 let, kterých je 27 (tj. 24 %) a na posledním místě je 10 jedinců starších 60 let (tj. 9 %).

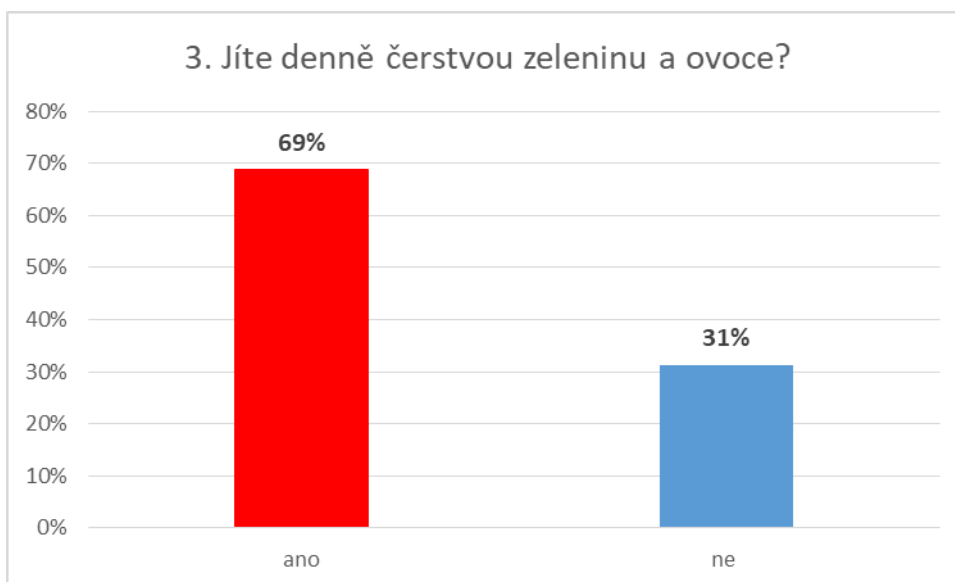
### Otázka č.3: Jíte denně čerstvou zeleninu a ovoce?

Tabulka 3: Denní konzumace čerstvé zeleniny a ovoce

#### Jíte denně čerstvou zeleninu a ovoce?

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	77	69%
ne	35	31%

Graf 3: Denní konzumace čerstvé zeleniny a ovoce



Na otázku týkající se každodenní konzumace čerstvé zeleniny a ovoce 77 respondentů (tj. 69 %) odpovědělo kladně. Záporně odpovědělo 35 osob (tj. 31 %). Z toho vyplývá, že většina respondentů do svého jídelníčku zařazuje čerstvou zeleninu a ovoce na denní bázi.

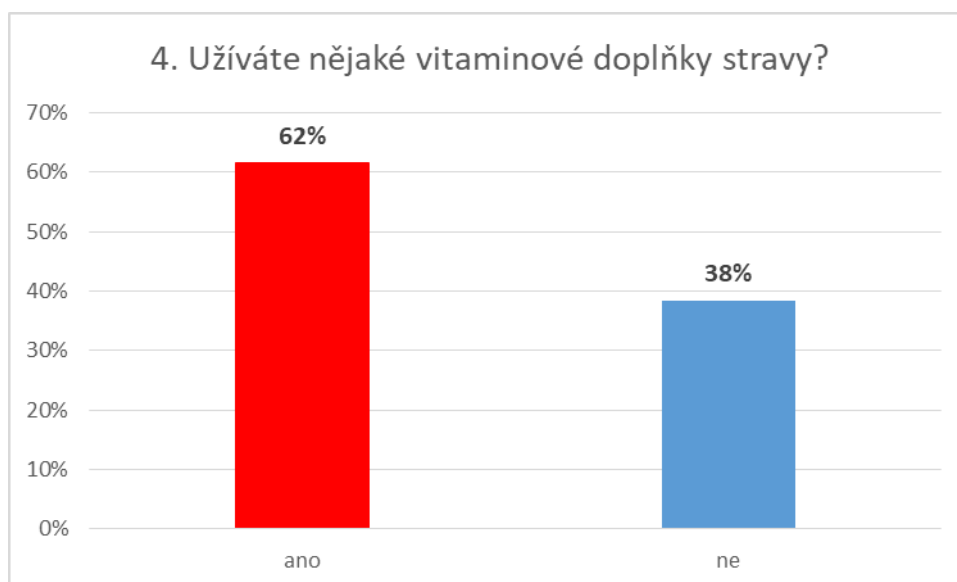
#### Otázka č.4: Užíváte nějaké vitaminové doplňky stravy?

Tabulka 4: Užívání vitaminových doplňků stravy

##### Užíváte nějaké vitaminové doplňky stravy?

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	69	62%
ne	43	38%

Graf 4: Užívání vitaminových doplňků stravy



Na otázku týkající se užívání vitaminových doplňků stravy většina respondentů – 69 osob (tj. 62 %) odpověděla kladně. Záporně odpovědělo 43 osob (tj. 38 %).

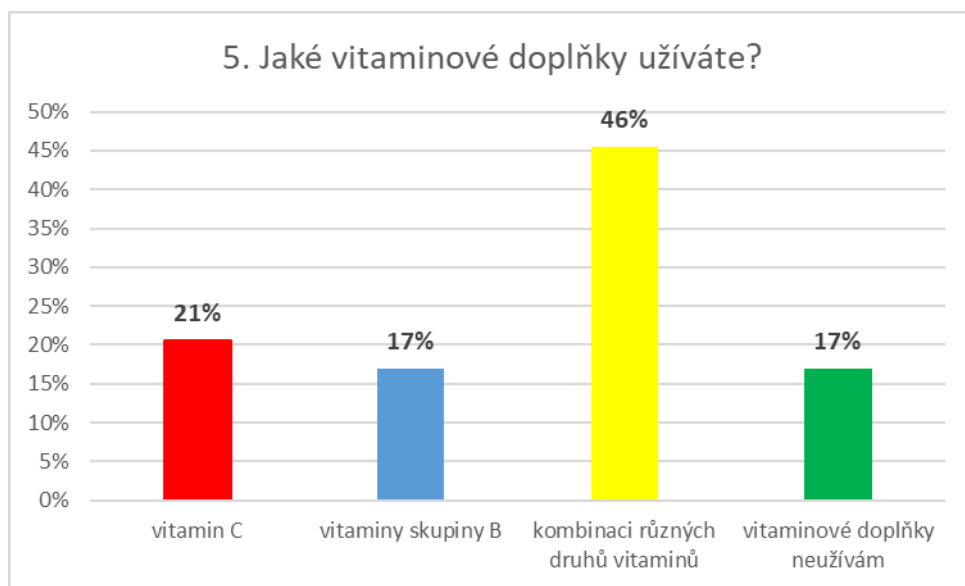
### Otázka č.5: Jaké vitaminové doplňky užíváte?

Tabulka 5: Typ vitaminových doplňků stravy

#### Jaké vitaminové doplňky užíváte?

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
vitamin C	23	21%
vitaminy skupiny B	19	17%
kombinaci různých druhů vitaminů	51	46%
vitaminové doplňky neužívám	19	17%

Graf 5: Typ vitaminových doplňků stravy



Na otázku ohledně toho, jaký typ vitaminových doplňků stravy respondenti užívají, 46 % respondentů odpovědělo, že se jedná o kombinaci různých vitaminů, 21 % respondentů užívá vitaminové doplňky stravy s obsahem vitamínu C, 17 % respondentů užívá vitaminy skupiny B a stejný počet respondentů odpověděl, že žádné vitaminové doplňky neužívá.

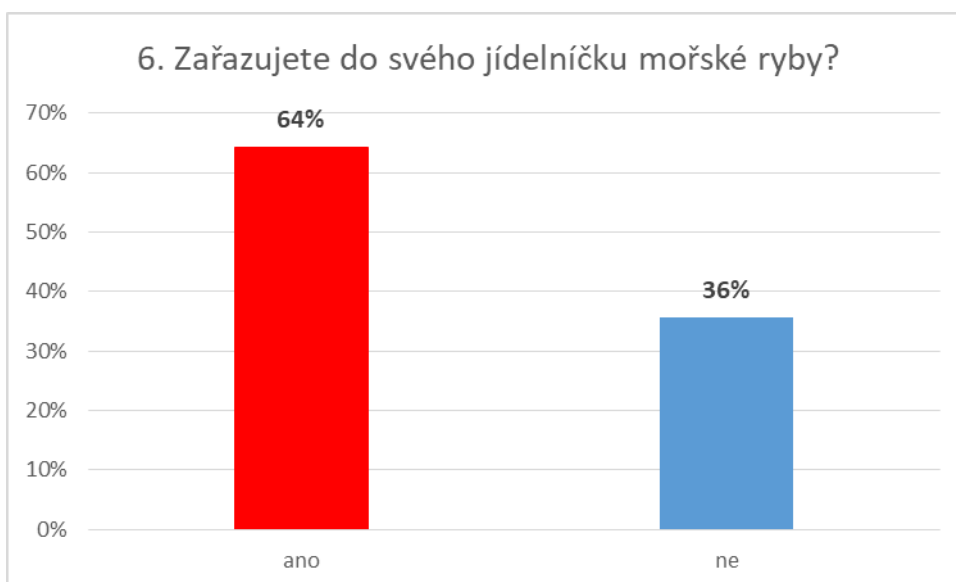
### Otázka č.6: Zařazujete do svého jídelníčku mořské ryby?

Tabulka 6: Konzumace mořských ryb

#### Zařazujete do svého jídelníčku mořské ryby?

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	72	64%
ne	40	36%

Graf 6: Konzumace mořských ryb



Na otázku, zda do svého jídelníčku zařazují mořské ryby, odpovědělo 72 respondentů (tj. 64 %) kladně a 40 respondentů (tj. 36 %) záporně.

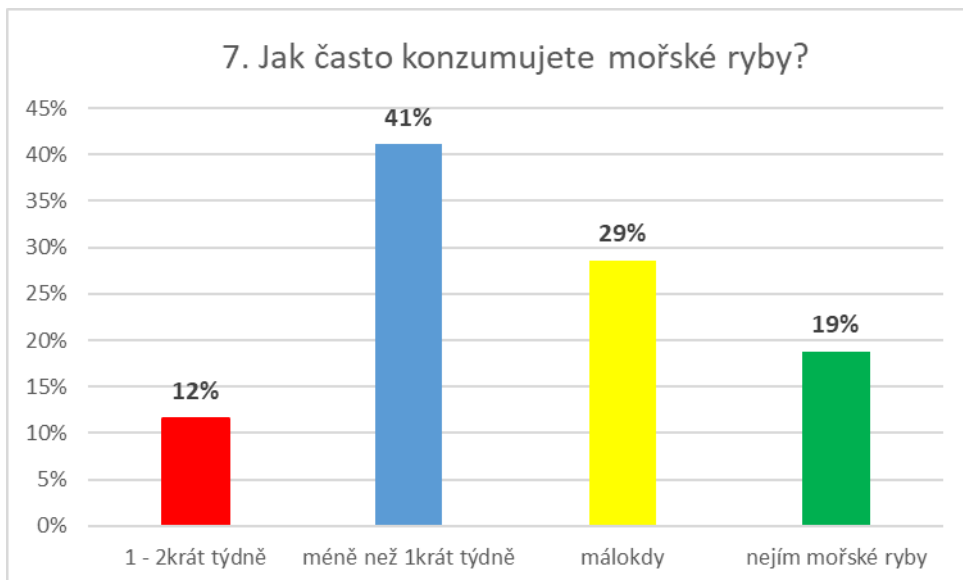
### Otázka č.7: Jak často konzumujete mořské ryby?

Tabulka 7: Častost konzumace mořských ryb

#### Jak často konzumujete mořské ryby?

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
1 - 2krát týdně	13	12%
méně než 1krát týdně	46	41%
málokdy	32	29%
nejím mořské ryby	21	19%

Graf 7: Častost konzumace mořských ryb



Na otázku, jak často konzumují mořské ryby, odpovědělo 46 osob (tj. 41 %), že méně než 1krát týdně, 32 osob (24 %) odpovědělo, že málokdy, 21 osob (tj. 19 %) mořské ryby nejí a pouze 13 osob (12 %) konzumuje ryby 1 - 2krát týdně.



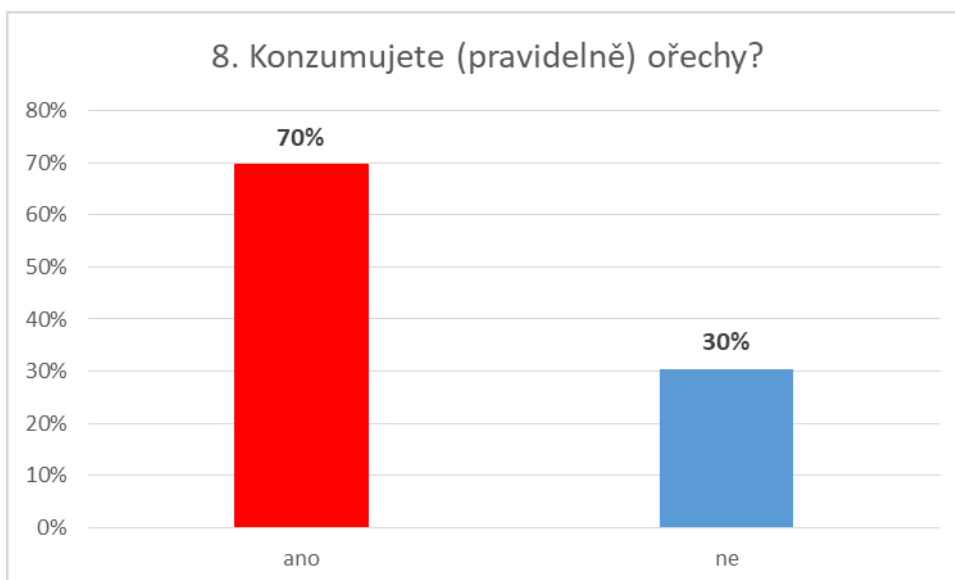
### Otázka č.8: Konzumujete pravidelně ořechy?

Tabulka 8: Pravidelná konzumace ořechů

#### Konzumujete (pravidelně) ořechy?

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	78	70%
ne	34	30%

Graf 8: Pravidelná konzumace ořechů



Na otázku, zda pravidelně konzumují ořechy, odpovědělo 78 respondentů (tj. 70 %) kladně. 34 respondentů (tj. 30 %) odpovědělo záporně.

Otázka č.9: Přidáváte zastudena lisované oleje do vašeho jídelníčku (např. olivový, avokádový aj.)?

Tabulka 9: Konzumace zastudena lisovaných olejů

**Přidáváte zastudena lisované oleje do vašeho jídelníčku (např. olivový, avokádový aj.)?**

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	68	61%
ne	44	39%

Graf 9: Konzumace zastudena lisovaných olejů



Na otázku týkající se konzumace zastudena lisovaných olejů odpovědělo 68 respondentů (tj. 61 %) kladně. Záporně odpovědělo 44 respondentů (tj. 39 %).

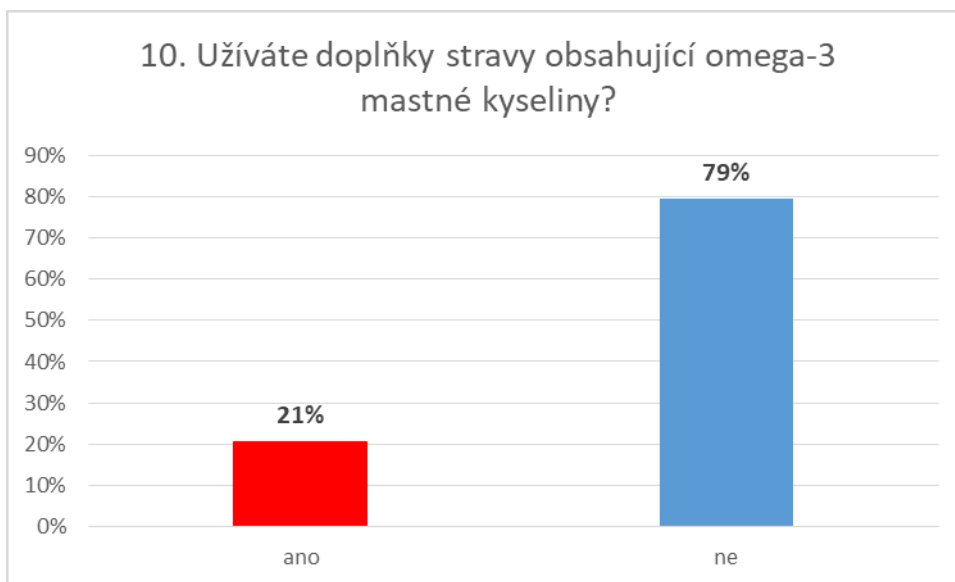
Otázka č.10: Užíváte doplňky stravy obsahující omega-3 mastné kyseliny?

Tabulka 10: Užívání doplňků stravy obsahujících omega-3 mastné kyseliny

**Užíváte doplňky stravy obsahující omega-3 mastné kyseliny?**

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	23	21%
ne	89	79%

Graf 10: Užívání doplňků stravy obsahujících omega-3 mastné kyseliny



Na otázku, zda užívají doplňky stravy obsahující omega-3 mastné kyseliny, odpověděla převážná část respondentů – 89 osob (tj. 79 %) záporně. Kladně odpovědělo pouze 23 osob (tj. 21 %).

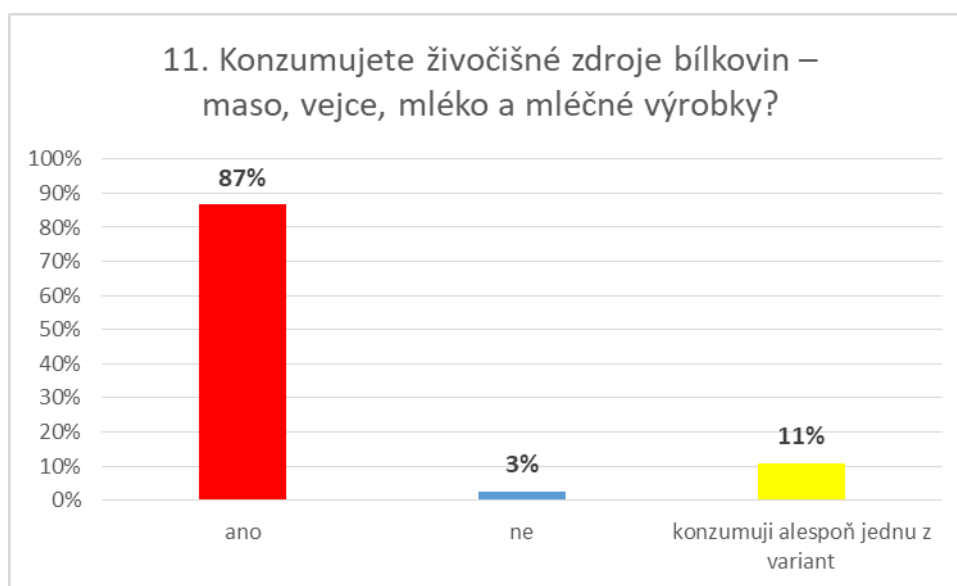
Otázka č.11: Konzumujete živočišné zdroje bílkovin – maso, vejce, mléko a mléčné výrobky?

Tabulka 11: Konzumace živočišných zdrojů bílkovin

**Konzumujete živočišné zdroje bílkovin – maso, vejce, mléko a mléčné výrobky?**

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	97	87%
ne	3	3%
konzumují alespoň jednu z variant	12	11%

Graf 11: Konzumace živočišných zdrojů bílkovin



Na otázku týkající se konzumace živočišných zdrojů bílkovin odpověděla převážná část respondentů – 97 osob (tj. 87 %) kladně. 12 osob (tj. 11 %) odpovědělo, že konzumuje alespoň jednu ze zmíněných variant zdrojů živočišných bílkovin a pouze 3 % uvedly, že nekonzumují živočišné zdroje bílkovin.

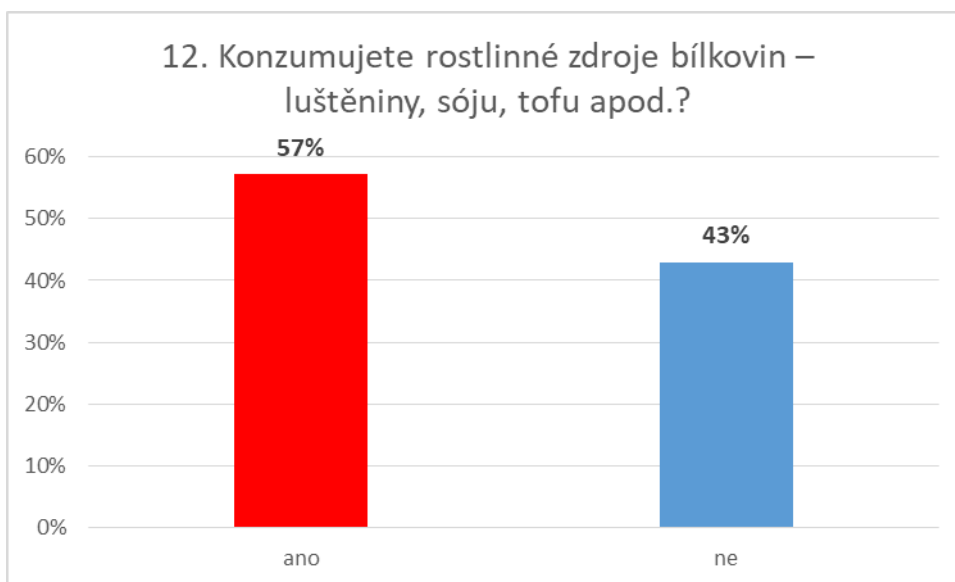
## Otázka č.12: Konzumujete rostlinné zdroje bílkovin?

Tabulka 12: Konzumace rostlinných zdrojů bílkovin

**Konzumujete rostlinné zdroje bílkovin – luštěniny, sóju, tofu apod.?**

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	64	57%
ne	48	43%

Graf 12: Konzumace rostlinných zdrojů bílkovin



Na otázku ohledně konzumace rostlinných zdrojů bílkovin odpovědělo 64 osob (tj. 57 %) kladně. Záporně odpovědělo 48 osob (tj. 43 %).

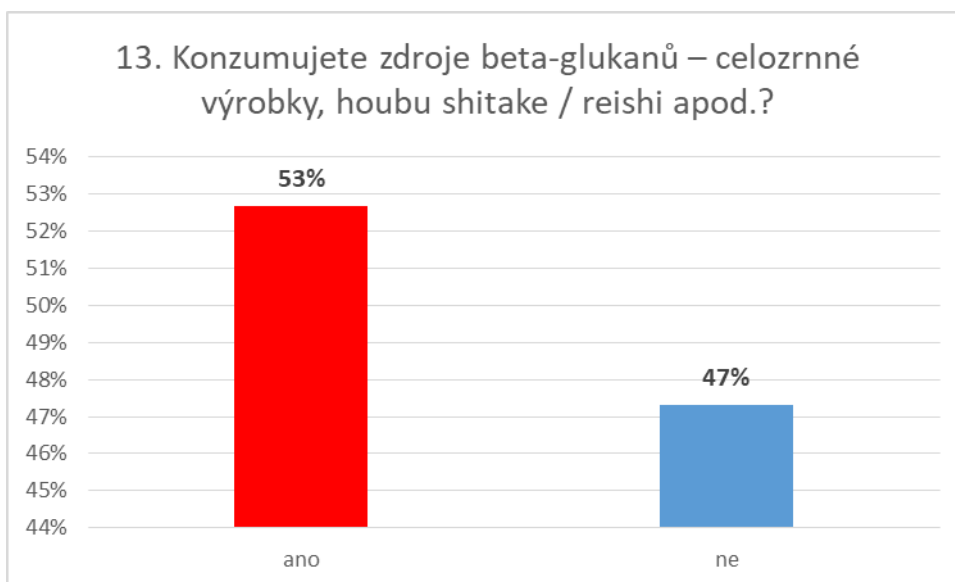
Otázka č.13: Konzumujete zdroje beta-glukanů – celozrnné výrobky, houby shitake/ reishi apod.?

Tabulka 13: Konzumace zdrojů beta-glukanů

**Konzumujete zdroje beta-glukanů – celozrnné výrobky, houby shitake / reishi apod.?**

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	59	53%
ne	53	47%

Graf 13: Konzumace zdrojů beta-glukanů



Otázku týkající se konzumace různých zdrojů beta-glukanů zodpovědělo kladně 59 osob (tj. 53 %). Záporně odpovědělo 53 osob (tj. 47 %). Jednalo se tedy o poměrně velmi malý rozdíl.

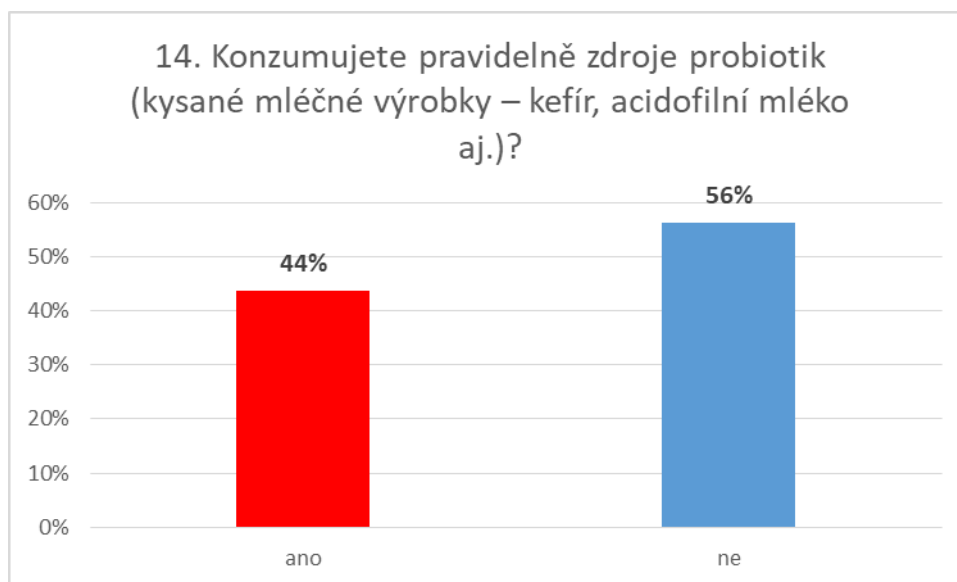
Otázka č.14: Konzumujete pravidelně zdroje probiotik (kysané mléčné výrobky – kefír, acidofilní mléko aj.)?

Tabulka 14: Pravidelná konzumace zdrojů probiotik

**Konzumujete pravidelně zdroje probiotik (kysané mléčné výrobky – kefír, acidofilní mléko aj.)?**

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	49	44%
ne	63	56%

Graf 14: Pravidelná konzumace zdrojů probiotik



Na otázku, zda pravidelně konzumují zdroje probiotik, odpovědělo 63 respondentů (tj. 56 %) záporně. Kladně odpovědělo 49 z dotazovaných (tj. 44 %).

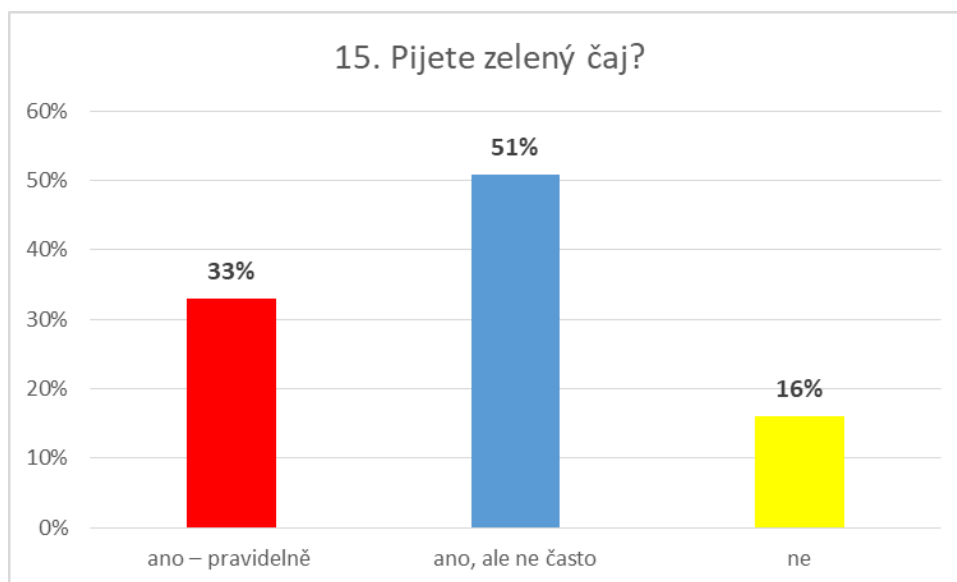
## Otázka č.15: Pijete zelený čaj?

Tabulka 15: Pití zeleného čaje

### Pijete zelený čaj?

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano – pravidelně	37	33%
ano, ale ne často	57	51%
ne	18	16%

Graf 15: Pití zeleného čaje



U této otázky 57 osob (tj. 51 %) uvedlo, že zelený čaj pijí, ale ne často. 37 osob (33 %) zelený čaj pije pravidelně a pouze 18 osob (tj. 16 %) uvedlo, že zelený čaj nepije.



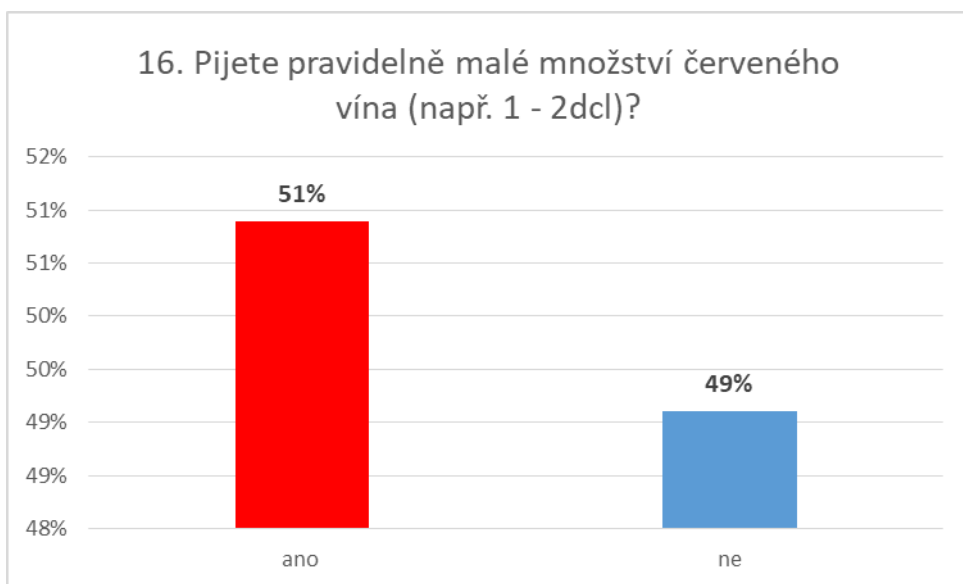
Otázka č.16: Pijete pravidelně malé množství červeného vína (např. 1-2 dcl)?

Tabulka 16: Pravidelné pití malého množství červeného vína

**Pijete pravidelně malé množství červeného vína (např. 1 - 2dcl)?**

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	57	51%
ne	55	49%

Graf 16: Pravidelné pití malého množství červeného vína



Na otázku, zda pravidelně pijí malé množství červeného vína, odpovědělo kladně 57 osob (tj. 51 %). Záporně odpovědělo o pouhé 2 respondenty méně – 55 osob (tj. 49 %). Jedná se tudíž o velmi malý rozdíl v odpovědích.

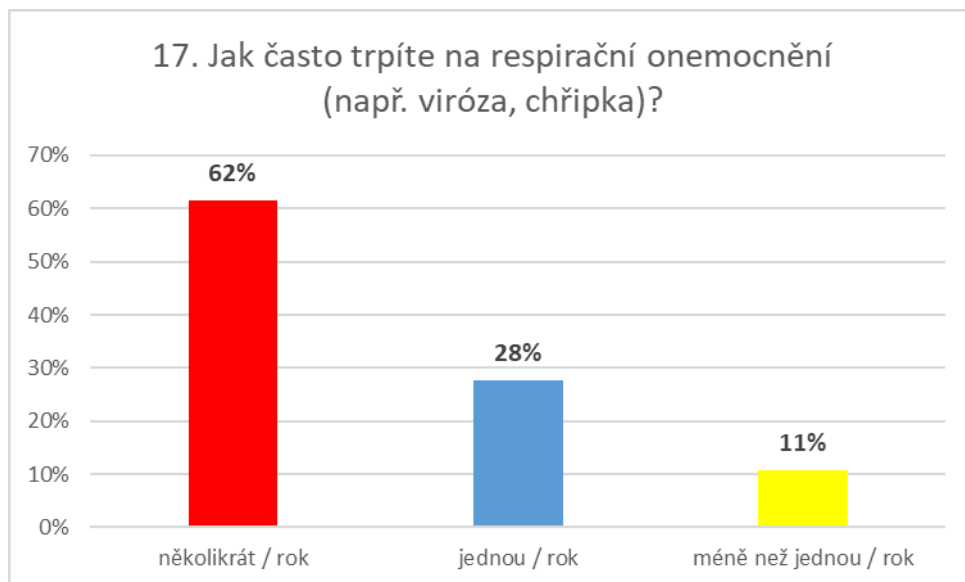
Otázka č.17: Jak často trpíte na respirační onemocnění (např. viróza, chřipka)?

Tabulka 17: Jak často respondenti trpí na respirační onemocnění

**Jak často trpíte na respirační onemocnění (např. viróza, chřipka)?**

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
několikrát / rok	69	62%
jednou / rok	31	28%
méně než jednou /	12	11%

Graf 17: Jak často respondenti trpí na respirační onemocnění



Většina z dotazovaných – 69 osob (62 %) odpověděla, že trpí na výskyt respiračních onemocnění několikrát / rok. 31 osob (tj. 28 %) trpí na tato onemocnění jednou / rok a pouze 12 osob (tj. 11 %) trpí na výskyt respiračních onemocnění méně než jednou / rok.

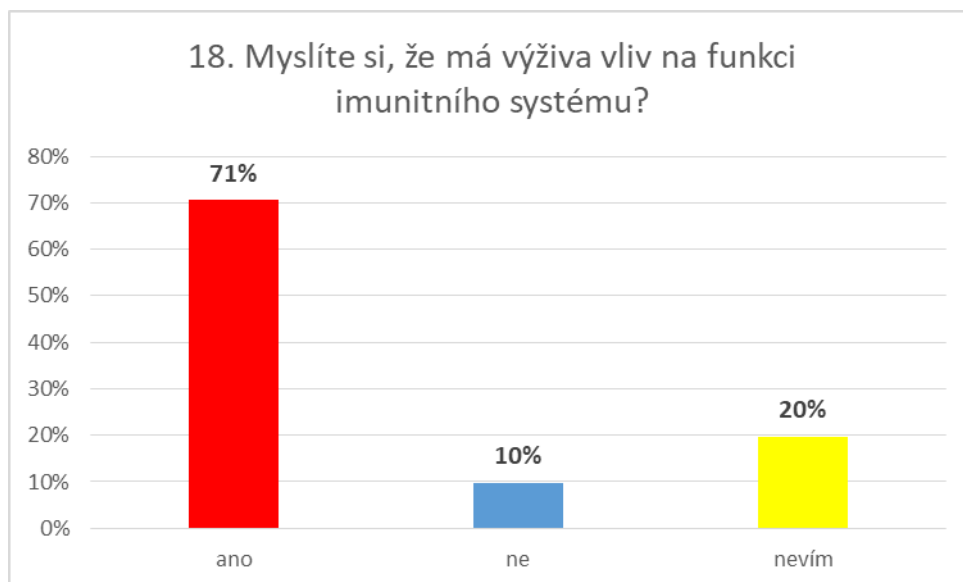
Otázka č.18: Myslíte si, že má výživa vliv na funkci imunitního systému?

Tabulka 18: Názor respondentů, zda výživa má vliv na funkci imunitního systému

**Myslíte si, že má výživa vliv na funkci imunitního systému?**

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	79	71%
ne	11	10%
nevím	22	20%

Graf 18: Názor respondentů, zda výživa má vliv na funkci imunitního systému



Převážná většina respondentů – 79 osob (tj. 71 %) odpověděla, že si myslí, že výživa má vliv na funkci imunitního systému. 22 osob (tj. 20 %) odpovědělo, že neví a 11 osob (tj. 10 %) uvedlo, že si nemyslí, že by výživa měla vliv na funkci imunitního systému.

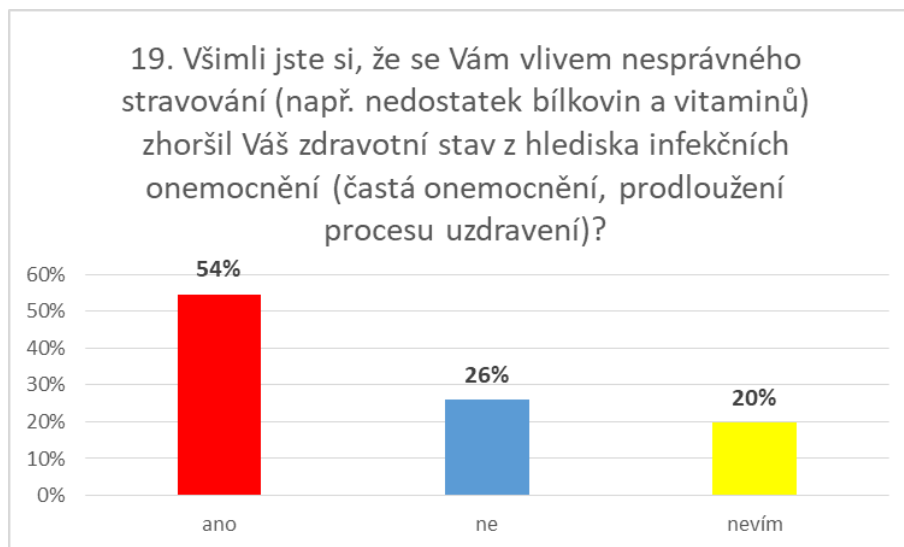
Otázka č.19: Všimli jste si, že se Vám vlivem nesprávného stravování (např. nedostatek bílkovin a vitaminů) zhoršil Váš zdravotní stav z hlediska infekčních onemocnění (častá onemocnění, prodloužení procesu uzdravení)?

*Tabulka 19: Názor respondentů, zda si všimli, že se jim vlivem nesprávného stravování zhoršil jejich zdravotní stav z hlediska infekčních onemocnění*

**Všimli jste si, že se Vám vlivem nesprávného stravování (např. nedostatek bílkovin a vitaminů) zhoršil Váš zdravotní stav z hlediska infekčních onemocnění (častá onemocnění, prodloužení procesu uzdravení)?**

odpověď	počet odpovědí (číslo)	počet odpovědí (%)
ano	61	54%
ne	29	26%
nevím	22	20%

*Graf 19: Názor respondentů, zda si všimli, že se jim vlivem nesprávného stravování zhoršil jejich zdravotní stav z hlediska infekčních onemocnění*



61 respondentů (tj. 54 %) si všimlo, že se jim vlivem nesprávného stravování zhoršil zdravotní stav z hlediska infekčních onemocnění, a to buď častou frekvencí výskytu onemocnění, nebo prodloužením procesu uzdravení. 29 respondentů (26 %) si tohoto jevu nevšimlo a 22 respondentů (20 %) vybralo možnost, že neví.

## 6. Diskuse

Výzkumná část této diplomové práce provedená metodou dotazníkového šetření si kladla za cíl zjistit výživové návyky a případný vliv výživy na imunitní stav u reprezentativního vzorku jedinců, a to konkrétně jedinců se sedavým typem zaměstnání. Dotazníkového šetření se zúčastnilo 112 respondentů. Tito respondenti jsou zaměstnanci českobudějovické firmy se zaměřením na elektrotechnický průmysl.

Podstatou výzkumu bylo, dle subjektivního hodnocení daných respondentů, zjistit výživové návyky a vliv výživy na imunitní stav těchto respondentů. Důvodem, proč jsem zvolila jako subjekt výzkumu jedince se sedavým typem zaměstnání byl fakt, že jedním z významných činitelů na podporu funkce imunitního systému je pravidelný pohyb. Jelikož každý člověk tráví v zaměstnání velkou část svého života, může mít, v případě jedinců se sedavým typem zaměstnání, toto dlouhodobé sezení vliv na jejich celkovou pohybovou aktivnost. Nicméně není vyloučeno, že tito jedinci tuto pohybovou inaktivnost kompenzují v rámci svého volného času. Nicméně si myslím, že dlouhodobé sezení v práci může mít do jisté míry negativní vliv na celkový zdravotní stav organismu, včetně imunitního systému, pokud tento negativní vliv není kompenzován například zdravou stravou s obsahem všech zdravých prospěšných makro i mikroživin.

V dotazníku bylo 19 uzavřených otázek. První 2 otázky zkoumaly vlastnosti výzkumného souboru na základě pohlaví a věkového rozmezí respondentů. Ze získaných dat vyplynulo, že se výzkumný soubor skládal ze 63 žen a 49 mužů a nejvíce zastoupeným věkovým rozmezím byl věk 30-40 let.

V této části diskuse se budu věnovat zodpovězení výzkumných otázek. **Výzkumná otázka č.1** zjišťovala, zda respondenti denně konzumují čerstvou zeleninu a ovoce. Zelenina a ovoce jsou velmi významným zdrojem vitaminů a antioxidantů, což jsou látky, které pozitivním způsobem ovlivňují funkci imunitního systému. K této výzkumné otázce se v dotazníku vztahovala otázka č.3 „Jíte denně čerstvou zeleninu a ovoce?“. Na tuto otázku kladně odpovědělo 69 % respondentů (77 osob z celkových 112 respondentů). K první výzkumné otázce se částečně váže otázka č.15 týkající se pití zeleného čaje a otázka č.16 týkající se pravidelného pití malého množství červeného vína. Zelený čaj je zdrojem antioxidantů – tzv. katechinů, konkrétně EGCG

(epigallokatechin gallát), což je velmi silný antioxidant nacházející se v listech zeleného čaje. Na tuto otázku 51 % osob odpovědělo, že zelený čaj pije, ale ne často. 33 % respondentů uvedlo, že zelený čaj pije pravidelně a pouze 16 % z dotazovaných osob zelený čaj nepije. Červené víno je zdrojem látky zvané resveratrol, což je také velmi silný přírodní antioxidant nacházející se ve slupkách hroznů. U této otázky 51 % respondentů uvedlo, že červené víno pravidelně v malém množství pije a 49 %, že nikoliv.

**Výzkumná otázka číslo 2** zkoumala, zda mají respondenti ve svém jídelníčku zahrnutý zdroj polynenasycených mastných kyselin, což jsou látky s významnými pozitivními imunomodulačními vlastnostmi. K tomuto tématu se v dotazníku váží 4 otázky. První z těchto otázek je otázka č.6, která zjišťovala, zda respondenti zařazují do svého jídelníčku mořské ryby. Na tuto otázku odpovědělo kladně 64 % osob (tj. 72 osob z celkového počtu respondentů). 36 % (40 osob) odpovědělo záporně. Otázka č.7 zjišťovala, jak často respondenti konzumují mořské ryby. Většina respondentů (41 % - 46 osob) mořské ryby konzumuje méně než jednou za týden. 29 % (32 osob) málokdy konzumuje mořské ryby. 19 % respondentů mořské ryby nejí a pouze 12 % dotazovaných osob konzumuje mořské ryby 1 – 2krát týdně. Další otázkou zkoumající konzumaci zdrojů polynenasycených mastných kyselin byla otázka č.8, která zjišťovala, zda respondenti konzumují pravidelně ořechy. 70 % dotázaných (78 osob) odpovědělo kladně a 30 % (34 osob) záporně. Poslední otázkou týkající se příjmu polynenasycených mastných kyselin byla otázka č.9, která měla za úkol zjistit, zda respondenti konzumují zastudena lisované rostlinné oleje. Na tuto otázku kladně odpovědělo 61 % dotázaných (68 osob) a 39 % (44 osob) zvolilo zápornou odpověď. Druhé výzkumné otázky se částečně týká i otázka č.10, která zjišťovala, zda respondenti užívají doplňky stravy s obsahem omega-3 (polynenasycených) mastných kyselin. Kladnou odpověď zvolilo pouze 21 % dotázaných (23 osob) a většina respondentů – 79 % (89 osob) zvolila zápornou odpověď.

**Výzkumná otázka číslo 3** se zabývala tím, zda dotazovaní jedinci konzumují živočišné, případně rostlinné zdroje bílkovin. Bílkoviny, zejména pak jejich stavební složky aminokyseliny, hrají důležitou roli ve správném fungování imunitního systému. K tomuto tématu se v dotazníku vztahují 2 otázky. První z nich byla otázka č.11 zjišťující, zda respondenti konzumují živočišné zdroje bílkovin (maso, vejce, mléko a

mléčné výrobky). Na tuto otázku kladně odpovědělo 87 % respondentů (97 osob), 11 % (12 osob) respondentů uvedlo, že konzumují alespoň jednu z variant uvedených živočišných zdrojů bílkovin. Druhou otázkou byla otázka č.12, která zjišťovala, zda respondenti konzumují rostlinné zdroje bílkovin (luštěniny, sóju, tofu apod.). U této otázky 43 % respondentů (48 osob) zvolilo kladnou odpověď a 57 % respondentů (64 osob) zvolilo odpověď zápornou.

**Výzkumná otázka číslo 4** zjišťovala, zda respondenti konzumují zdroje beta-glukanů. Beta-glukany jsou opět skupina látek (konkrétně se jedná o polysacharidy), která působí silně imunostimulačně. K této výzkumné otázce se v dotazníku vztahovala otázka č.13, která zjišťovala, zda dotazované osoby konzumují zdroje beta-glukanů – celozrnné výrobky, houbu shitake, reishi apod. Na tuto otázku 53 % respondentů (59 osob) odpovědělo kladně. Záporně odpovědělo o něco méně dotázaných osob a to 47 % (53 respondentů). Tato otázka měla tedy poměrně vyrovnaný počet respondentů u obou odpovědí.

**Výzkumná otázka číslo 5** zkoumala, zda dotazovaní jedinci konzumují zdroje probiotik. Probiotika jsou nepostradatelnými látkami pro správnou funkci tzv. střevního imunitního systému. Jedná se o prospěšné druhy bakterií vyskytující se zejména v kysaných mléčných produktech. K této výzkumné otázce se v dotazníku vztahovala otázka č.14, zjišťující, zda respondenti pravidelně konzumují zdroje probiotik (kysané mléčné výrobky – kefir, acidofilní mléko aj.). Na tuto otázku kladně odpovědělo 44 % dotazovaných (49 osob). Většina respondentů (56 % - 63 osob) uvedla odpověď zápornou. Nicméně nejednalo se o příliš výrazný rozdíl mezi oběma odpověďmi.

**Výzkumná otázka číslo 6** zjišťovala, zda respondenti subjektivně zaznamenali vlivem nesprávného stravování (způsobeným například nedostatkem bílkovin a vitaminů) zhoršení zdravotního stavu z hlediska častějšího výskytu infekčních onemocnění, případně delšího procesu uzdravení. K této výzkumné otázce se v dotazníku vztahovala otázka č.19, která byla zároveň poslední otázkou dotazníku. Většina respondentů (54 % - 61 osob) odpověděla, že si tohoto vztahu mezi stravováním (výživou) a zhoršením zdravotního stavu všimli. 26 % respondentů (2 osob) odpovědělo, že ne a 20 % (22 osob) uvedlo, že neví.

Z výsledků dotazníkového šetření lze vyvodit, že velká část jedinců účastnících se dotazníkového šetření odpovídala buď u většiny otázek výběrem ideálních možností (z hlediska výživových názorů a doporučení ve vztahu k podpoře optimálních funkcí imunitního systému) nebo se jednalo o případ, kdy byly rozdíly mezi odpověďmi minimální. Z toho lze usoudit, že výživové návyky většiny těchto jedinců jsou na velmi dobré úrovni. Dále vyplynulo, že velká část respondentů si je vědoma vztahem mezi výživou a imunitním systémem a schopností výživy do značné míry ovlivnit funkce imunitního systému.



## Závěr

Tato diplomová práce se zabývala vlivem výživy na imunitní stav jedinců se sedavým typem zaměstnání. Teoretická část obsahovala poznatky o imunitním systému, jeho fyziologii, patofyziologii a o vlivu jednotlivých makro i mikroživin na funkce imunitního systému. Tyto poznatky jsem získala nastudováním odborné literatury – jednak odborných publikací, odborných (vědeckých) článků nebo jiných internetových zdrojů. Tuto literaturu i ostatní zdroje uvádím v seznamu použité literatury.

Praktická část diplomové práce byla zaměřena na zjišťování výživových návyků osob se sedavým typem zaměstnání (pracujících ve stejné firmě) a případným vlivem těchto návyků na jejich imunitní stav. Tyto poznatky byly založeny na subjektivním hodnocení dotazovaných jedinců prostřednictvím vyplnění mnou vyhotoveného dotazníku s 19 uzavřenými otázkami. Jak jsem již zmínila v diskusi, z výsledků dotazníkového šetření lze vyvodit, že výživové návyky většiny těchto jedinců jsou na velmi dobré úrovni. Dále vyplynulo, že velká část respondentů si je vědoma vztahem mezi výživou a imunitním systémem a schopností výživy do velké míry ovlivnit funkce imunitního systému a následný imunitní stav daného jedince.

Díky zpracování této diplomové práce jsem si prohloubila vědomosti týkající se problematiky imunitního systému, výživy a vztahem mezi těmito dvěma termíny. Myslím si, že tato práce by mohla sloužit obecně každému člověku, který má zájem zjistit si více informací o vlivu výživy na imunitní systém, ať už z hlediska vědomostního, nebo ideálně aby tyto poznatky mohl následně aplikovat do svého života.

# SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

- HOŘEJŠÍ, V. – BARTŮŇKOVÁ, J. Základy imunologie, Praha: Triton, 2005, s. 279
- TRÁVNÍČKOVÁ, E. Fyziologie imunitního systému. In TROJAN, S. aj. Lékařská fyziologie. Praha: Grada Publishing, a. s., 2003, s. 157-177
- NEČAS, E. Poruchy funkce imunitního systému. In NEČAS, E. aj. Obecná patologická fyziologie. Praha: Karolinum, 2005, s. 377, s. 173-177
- BERNÁŠKOVÁ, K. Fyziologie imunitního systému. In ROKYTA, R. aj. Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědeckých a tělovýchovných oborech. Praha: ISV nakladatelství, 2000, s. 359, s. 75-83
- FUČÍKOVÁ, T. Klinická imunologie v praxi, 2. přepracované vydání. Praha: Galén, 1997, s. 343
- SUCHÁNEK, P. Probiotika – jejich účinky se stále zkoumají. Moje zdraví, 2007, roč. 5, č. 1, s. 76-79
- NEVORAL, J. Přirozená střevní mikroflóra a zdraví. Čtvrtletní noviny Babyfood, 2006, mimořádné vydání, s. 5-6
- MATUŠOVÁ, A. Nové trendy ve výživě – probiotika, prebiotika. Čtvrtletní noviny, 2002, dvojčíslo 2 a 3, s. 8
- WILLIAM, D. L. – MUELLER, A.- BRODWER, W. Glucan-based macrophage stimulators: a review of their anti-infective potential. Clin Immunother, 1996, vol. 5, p. 392-399
- PEKÁREK, M. Beta-glukan – text pro odborníky (online) Staženo dne: 12.4.2022, dostupné na: <http://www.apiglukan.cz/beta-glukan%20studie.doc>
- VOLNÝ, T. Doplnková imunomodulace. Lékařnické listy, 2006, č. 1
- VĚTVIČKA, V. Beta-glukan a boj proti rakovině. (online) Staženo dne: 25.3.2022, dostupné na: <http://www.7red.cz/reference/farmakologicke-vlastnosti.aspx>

- ŠPELINA, V. aj. Informace vědeckého výboru pro potraviny ve věci: Probiotika a startovací kultury. (online) Staženo: 30. 3. 2022, dostupné na <http://www.chpr.szu.cz/vedvybor/vvp.htm>
- PRUGAR, J. Probiotika a prebiotika (2.kapitola). Staženo dne: 5.4.2022, dostupné na: <http://www.dtest.cz/index.php?action=2&pclanky=3&pclanekid=270&pkategoriid=2>
- KALÁČ, P. Funkční potraviny, České Budějovice: DONA, 2003, s. 130
- DOSTÁL, J. Lékařská chemie I., Brno: MU, 2003, s. 223, s.147
- VELÍŠEK, J. Chemie potravin I. Tábor: OSSIS, 2002, s. 344, s. 73
- BLATTNÁ, J. aj. Výživa na začátku 21. století, Praha: Společnost pro výživu Nadace NutriVIT, 2005, 79 s.
- BLATTNÁ, J. Vybrané biologicky aktivní látky. Výživa a potraviny, 2006, roč. 61, č. 3, s. 58-59
- ZADÁK, Z. Výživa v intenzivní péči. Praha: Grada, 2002, s. 496, s. 74-87
- YAQOOB, P. Monounsaturated fatty acids and immune function. Eur. J. Clin. Nutr., 2002, vol. 56, suppl. 3, p. S9-S13
- YAQOOB, P. Fatty acids and the immune systém: from basic science to clinical applications. Proceedings of the Nutrition Society, 2004, vol. 63, p. 89-104
- COVINGTON, M. B. Mastné kyseliny řady  $\omega$ -3. Medicína po promoci, 2005, číslo 4, s.40
- KREJSEK, J. – KOPECKÝ, O. Klinická imunologie. Pardubice: NUCLEUS HK, 2004, s. 968, s. 821-830
- THIES, F. et al. Dietary supplementation with eicosapentaenoic acid, but not with other long-chain n-3 or n-6 polyunsaturated fatty acids, decreases natural killer cell activity in healthy subjects aged > 55 y. Am. J. Clin. Nutr., 2001, vol. 73, no. 3, p. 539-548
- CONNOR, W. E. Importace of n-3 fatty acids in health and disease. Am. J. Clin. Nutr., 2000, suppl. 71, p. 171S-175S
- GRIMBLE, R. F. et al. The ability of fish oil to supress tumor necrosis factor  $\alpha$

production by peripheral blood mononuclear cells in healthy men is associated with polymorphisms in genes that influence tumor necrosis factor  $\alpha$  production. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2002, vol. 76, no. 2, p. 454-459

- HUGHES, D. A. – PINDER, A. C. n-3 Polyunsaturated fatty acids inhibit the antigenpresenting function of human monocytes. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 2000, suppl. 71, p. 357S-360S
- SWITZER, K. C. – McMURRAY, D. N. – CHAPKIN, R. S. Effects of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids on T-cell membrane composition and function. *Lipids*, 2004, vol. 39, no. 12, p. 1163-1170
- TERADA, S. et al. Suppressive mechanisms of EPA on human T cell proliferation. *Microbiol. Immunol.*, 2001, vol. 45, no. 6, p. 473-481
- TSUJIKAWA, T. Clinical importance of n-3 fatty acids-rich diet and nutritional education for the maintenance of remission in Crohn's disease. *J Gastroenterol.*, 2000, vol. 35, no. 2, p. 99-104
- SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids inflammation and autoimmune disease. *Journal of the American College of Nutrition*, 2002, vol. 21, no. 6, p. 495-505
- DOSTÁLOVÁ, J. Pozitiva a negativa příjmu tuků. *Výživa a potraviny*, 2007, roč. 62, č.2, s. 29
- ZADÁK, Z. *Výživa v intenzivní péči*. Praha: Grada, 2002, s. 496, s. 74-87
- LEDVINA, M. – STOKLASOVÁ, A. – CERMAN, J. *Biochemie pro studující medicíny I.díl*. Praha: Karolinum, 2004, s. 273, s. 95-98
- PENG, L. et al. Amino acids and immune function. *Brit. J. Nutr.*, 2007, vol. 97,
- FLODSTROM, M. et al. Interleukin 1 $\beta$  increase arginine accumulation and activates the citrulline-NO cycle in rat pancreatic  $\beta$  cells. *Cytokine*, 1999, vol. 11, issue 6, p. 400-407
- BALIGAN, M et al. L-arginine and immunity. Study of pediatric subject. *Minerva Pediatr.*, 1997, vol. 49, no. 11, p. 537-542

- STECHMILLER, J. K. – CHILDRESS, B. - COWAN, L. Arginine Supplementation and wound healing. *Nutr. Clin. Practice*, 2005, vol. 20, no. 1, p. 52-61
- WILMORE, D. W. – SHABERT, J. K. Role of Glutamine in Immunologic Response. *Nutrition*, 1998, vol. 14, nos. 7/8, p. 618-626
- ANDREWS, F. J. – GRIFFITHS, R. D. Glutamine: Essentials for immune nutrition in the critically ill. *Brit. J. Nutr.*, 2002, vol. 87, suppl. 1, p. S3-S8
- VAN DER HULST, W. J. Glutamine and intestinal immune cells in humans. (online)  
Staženo dne: 1.3.2022, dostupné na:  
[http://findarticles.com/p/articles/mi\\_qa3762/is\\_199711/ai\\_n8759423](http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3762/is_199711/ai_n8759423)
- BOELEN, P. G. et al. Glutamine alimentation in catabolic state. *J. Nutr.*, 2001, vol. 131, p. 2569S-2577S
- REDMOND, H. P. et al. Immunonutrition: The role of taurine. *Nutrition*, 1998, Vol. 14, p. 566-604
- SCHULLER-LEVIS, GT. B. – PARK, E. Taurin and its chloramine: modulators of imunity. *Neurochemical Research*, 2004, Vol. 29, No. 1, p. 117-126
- SPITTLER, A. et al. Immonomodulatory effects of glycine on LPS-treated monocytes: reduced TNF- $\alpha$  production and accelerated IL-10 expression. *FASEB J.*, 1999, Vol. 13, p. 563-567
- CALDER, P. C. Branched-chain amino acids and imunity. *J. Nutr.*, 2006, vol. 136, p. 288S-293S
- NUWER, N. et al. Does modified amino acid total parenteral nutrition alter immuneresponse in high level surgical stress. *Journal of Parenteral Nutrition*, 1983, Vol. 7, Issue 6, p. 521-524
- BYSTROŇ, J. O imunitě, Ostrava: Printo, 2000, 135 s., s. 113-115
- ZADÁK, Z. Magnesium a další minerály, vitaminy a stopové prvky ve službách zdraví. Zlín: Presstempus, 2006, s. 71

- BHASKARAM, P. Micronutrient malnutrition, infection, and immunity: an overview. *Nutrition Review*, 2002, vol. 60, p. S40-S45
- VILLAMOR, E. – FAWZI, W. W. Effects of Vitamin A Supplementation on Immune Response and Correlation with Clinical Outcomes. *Clinical Microbiology Reviews*, 2005, Vol. 18, No. 5, p. 446-464
- STEPHENSON, C. B. Vitamin A, infection, and immune function. *Annu. Rev. Nutr.*, 2001, vol. 21, p. 167-192
- SEMBA, R. D. Vitamin A and immunity to viral, bacterial, and protozoan infections. *Proceedings of the Nutrition Society*, 1999, vol 58, no. 3, p. 719-727
- HLÚBÍK, P. – OPLTOVÁ, L. *Vitaminy*, Praha: Grada, 2004, s. 232
- HUGHES, D. A. Dietary carotenoids and human immune function. *Nutrition*, 2001, vol. 17, issue 10, p. 823-827
- SANTOS, M. S. et al.  $\beta$ -carotene-induced enhancement of natural killer cell activity in elderly men: an investigation of the role of cytokines. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1998, vol. 68, p. 164-170
- WOOD, S. M. et al.  $\beta$ -carotene and selenium supplementation enhances immune response in aged humans. *Integrative Medicine*, 2000, vol. 2, issue 2-3, p. 85-92
- WATZL, B. et al. Modulation of human T-lymphocyte function by the consumption of carotenoid-rich vegetables. *Br. J. Nutr.*, 1999, vol. 82, no. 5, p. 383-389
- CHEW, B. P. – PARK, J. S. Carotenoid action on the immune response. *J. Nutr.*, 2004, vol. 134, p. 257S-261S
- MORIGUCHI, S. The role of vitamin E in T-cell differentiation and decrease of cellular immunity with aging. *BioFactors*, 1998, Vol. 7, No. 1-2, p. 77-86
- DE LA FUENTE, M. et al. Immune function in aged women is improved by ingestion of vitamins C and E. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 1998, Vol. 76, no. 4, p. 373-380
- MEYDANI, S. N. et al. Vitamin E supplementation and in vivo immune response in healthy elderly subjects. *J. Am. Med. Assoc.*, 1997, Vol. 227, p. 1380-1386

- PARK, O. J. et al. Effect of vitamin E supplementation on antioxidant defense systems and humoral immune response in young, middle-aged and elderly Korean women. *J. Nutr. Sci. Vitaminol*, 2003, vol. 49, no. 2, p. 94-99
- MALMBERG, K. J. et al. A short-term dietary supplementation of high doses of vitamin E increases T helper 1 cytokine production in patients with advanced colorectal cancer. *Clinical Cancer Research*, 2002, Vol. 8, p. 1772-1778
- DELUCA, H. F. – CANTORNA, M. T. Vitamin D: its role and uses in immunology, 2001, vol. 15, p. 2579-2585
- ENGLISH, J. Vitamin C, immunity and acute induced scurvy. (online) Staženo dne: 30.3. 2022, dostupné na: [http://intelegen.com/ImmuneSystem/vitamin\\_c.htm](http://intelegen.com/ImmuneSystem/vitamin_c.htm)
- GOODMAN, S. Vitamin C - the master nutrient. (online) Staženo dne: 15.3.2022, dostupné na: <http://www.positivehealth.com/permit/Articles/Nutrition/vitcpre.htm>
- WALINGO, K. M. Role of vitamin C (ascorbic acid) on human health – a review., 2005, vol. 5, no. 1, p. 1-13
- PETERS, E. M. et al. Vitamin C supplementation reduces the incidence of post-race symptoms of upper-respiratory-tract infection in ultramarathon runners. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1993, vol. 57, p. 170-174
- RALL, L. C. – MEYDANI, S. N. Vitamin B6 and immune competence. *Nutr. Rev.*, 1993, vol. 51, no. 8, p. 217-225
- TALBOTT, M. C. – MILLER, L. T. – KERKVLIT, N. I. Pyridoxine supplementation: effect on lymphocyte response in elderly persons. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1987, vol. 46, p. 659-664
- HUANG, Y. C. et al. Vitamin B6 supplementation increases immune responses in critically ill patients. *Europ. Journ. Clin. Nutr.*, 2006, vol. 60, p. 1207-1213
- KWAK, K. H. et al. Improved vitamin B6 status is positively related to lymphocyte proliferation in young women consuming a controlled diet. *J. Nutr.*, 2002, vol. 132, p. 3308-3313
- BÁEZ-SALDANA, A. et al. Biotin deficiency induces changes in subpopulations spleen lymphocytes in mice. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1998, vol. 67, p. 431-437

- WIEDMANN, S. – EUDY, J. D. – ZEMPLINI, J. Biotin supplementation increases expression of genes encoding interferon- $\gamma$ , interleukin-1 $\beta$ , and 3-methylcrotonyl-CoA carboxylase, and decreases expression of the gene encoding interleukin-4 in human peripheral blood mononuclear cells. *J. Nutr.*, 2003, vol. 133, p. 716-719
- SAID, H. M. et al. Biotin uptake by human colonic epithelial NCM460 cell: a carrier-mediated process shared with pantothenic acid. *Am. J. Physiol.* 245 (Cell Physiol. 44), 1998, p. C1365-C1371
- COURTEMANCHE, CH. et al. Folate deficiency inhibits the proliferation of primary human CD8+ T-lymphocytes in vitro. *The Journal of Immunology*, 2004, vol. 173, p. 3186-3192
- DHUR, A. – GALAN, P. – HERCBERG, S. Folate status and the immune system. *Prog. Food Nutr. Sci.*, 1991, vol. 15, no. 1-2, p. 43-60
- FIELD, C. J. et al. Dietary folate improves age-related decreases in lymphocyte function. *J. Nutr. Biochem.*, 2006, vol. 17, no. 1, p. 37-44
- GAY, R.- MEYDANI, S. N. The effects of vitamin E, vitamin B6, and vitamin B12 on immune function. *Nutrition in Clinical Care*, 2001, vol. 4, issue 4, p. 188
- GERSHWIN, M. E. – NESTEL, P. – KEEN, C. L. *Handbook of nutrition and immunity*, Totowa, New Jersey: Humana Press Inc. 2004, p. 365, p. 93-152
- PATRICK, L. Nutrients and HIV: part 2 – vitamins A and E, zinc, B-vitamins, and magnesium. *Altern. Med. Rev.*, 2000, vol. 5, no. 1, p. 39-51
- COUSIN, R. J. et al. Regulation of zinc metabolism and genomic outcomes. *J. Nutr.*, 2003, vol. 133, p. 1521S-1526S
- FRAKER, J. P. et al. Dynamic link between the integrity of the immune system and zinc status. *J. Nutr.*, 2000, vol. 130, p. 1399S-1406S
- IBS, K. H. – RINK, L. Zinc-altered immune function. *J. Nutr.*, 2003, vol. 133, p. 1452S-1456S
- PRASAD, A. S. Zinc and immunity. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 1998, vol. 188, no. 1-2, p. 63-69
- KAHMANN, L. et al. Effect of improved zinc status on T helper cell activation and Th1/Th2 ratio in healthy elderly individuals. *Biogerontology*, 2006, vol. 7, p. 429-435



- OSENDARP, S. J. – WEST, C. E. – BLACK, R. E. The need for maternal zinc supplementation in developing countries: an unresolved issue. *J. Nutr.*, 2003, vol. 133, p. 817S-827S
- GERSHWIN, M. E. – NESTEL, P. – KEEN, C. L. *Handbook of nutrition and immunity*, Totowa, New Persey: Humana Press Inc. 2004, p. 365, p. 93-152
- ARTHUR, J. R. – McKENZIE, R. C. – BECKETT, G. J. Selenium in the immune system. *J. Nutr.*, 2003, vol. 133, p. 1457S-1459S
- BROOME, C. et al. An increase in selenium intake improves immune function and poliovirus handling in adults with marginal selenium status. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2004, vol. 80, p. 154-162
- BONOMINI, M. et al. Effects of selenium supplementation on immune parameters in chronic uraemic patients on haemodialysis. *Nephrol. Dial. Transplant.*, 1995, vol. 10, p. 1654-1661
- PERETZ, A. et al. Lymphocyte response is enhanced by supplementation of elderly subjects with selenium-enriched yeast. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1991, vol. 53, p. 1323-1328
- KELLEY, D. S. et al. Effects of low-copper diets on human immune response. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1995, vol. 62, p. 412-416
- PERCIVAL, S. Copper and immunity. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1998, suppl. 67, p. 1064S-1068S
- WEISS, G. Iron and immunity: a double-edged sword. *Europ. Journ. Clin. Investig.*, 2002, vol. 32, suppl. 1, p. 70-78
- MALPUECH-BRUGERE, C. et al. Accelerated thymus involution in magnesium-deficient rats is related to enhanced apoptosis and sensitivity to oxidative stress. *Br. J. Nutr.*, 1999, vol. 81, no. 5, p. 405-411
- BUSSIÈRE, F. I. et al. Protective effect of calcium deficiency on the inflammatory response in magnesium-deficient rats. *Eupor. J. Nutr.*, 2002, vol. 41, no. 5, p. 197-202
- TURNER, R. E. et al. Comparing nutrient intake from food to the estimated average requirements shows middle to upper-income pregnant women lack iron and possibly magnesium. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2003, vol. 103, p. 461-466

- BESSMERTNY, O. et al. A randomized clinical trial of nebulized magnesium sulfate in addition to albuterol in the treatment of acute mild-to-moderate asthma exacerbations in adults. *Ann. Emerg. Med.*, 2002, vol. 39, issue 6, p. 585-591
- PORTER, R. S. et al. Intravenous magnesium is ineffective in adult asthma, a randomized trial. *Europ. J. Emerg. Med.*, 2001, vol. 8, p. 9-15
- MARANI, L. – VENTURI, S. [Iodine and delayed immunity]. *Minerva Med.*, 1986, vol.77, no. 19, p. 805-809
- VENTURI, S. et al. Role of iodine in evolution and carcinogenesis of thyroid, breast and stomach. *Advances in Clin. Pathology*, 2000, vol. 4, no. 1, p. 11-17
- WENZEL, B. E. et al. Natural killer cell activity in patients with Grave's disease and Hashimoto's thyroiditis. *Thyroid.*, 1998, vol. 8, no. 11, p. 1019-1022
- COBRA, C. et al. Infant survival is improved by oral iodine supplementation. *J. Nutr.*, 1997, vol. 127, p. 574-578
- SUCHÁNEK, P. Probiotika – jejich účinky se stále zkoumají. *Moje zdraví*, 2007, roč. 5, č. 1, s. 76-79
- SUCHÁNEK, P. Probiotika - další nové poznatky. *Moje zdraví*, 2006, roč. 4, č. 2, s. 50-52
- NEVORAL, J. Prebiotika, probiotika a synbiotika. *Pediatric pro praxi*, 2005, č. 2, s. 2
- MATUŠOVÁ, A. Nové trendy ve výživě – probiotika, prebiotika. *Čtvrtletní noviny*, 2002, dvojčíslo 2 a 3, s. 8
- ŠPELINA, V. aj. Informace vědeckého výboru pro potraviny ve věci: Probiotika a startovací kultury. (online) Staženo: 20. 3. 2022, dostupné na: <http://www.chpr.szu.cz/vedvybor/vvp.htm>
- PERLÍN, C. Pravda o jogurtu. *Výživa a potraviny*, 2004, roč. 59, č. 4, s. 109
- LEDVINA, M. – STOKLASOVÁ, A. – CERMAN, J. *Biochemie pro studující medicíny, I.díl*. Praha: Karolinum, 2004, s. 273, s. 95-98
- HANZEL, J. Bioflavonoidy – pomoc z rostlinné buňky. (online) Staženo dne: 11.3.2022, dostupné na: [http://www.cestykezdravi.cz/co\\_vedet/bioflavonoidy.htm](http://www.cestykezdravi.cz/co_vedet/bioflavonoidy.htm)

- RAMINO, E. et al. Effect of Theobroma cacao flavonoids on immune activation of a lymphoid cell line. *Br. J. Nutr.*, 2005, vol. 93, p. 859-866
- ŠUTA, Miroslav; ŠŤOVÍČEK, Vladimír. Výtazek ze zeleného čaje. Lék budoucnosti, nebo riziko pro játra?. Český rozhlas Plzeň [online]. 2018-05-23 [cit. 2022-20-05], dostupné na: <https://plzen.rozhlas.cz/vytazek-ze-zeleneho-cape-lek-budoucnosti-nebo-riziko-pro-jatra-7225241>
- SHARMA, Nitin; MURALI, Aarthy; SINGH, Sanjeev Kumar, et al. Epigallocatechin gallate, an active green tea compound inhibits the Zika virus entry into host cells via binding the envelope protein. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017, roč. 104, s. 1046–1054
- LIM, Hee-jung; NGUYEN, Thi Thanh Hanh; KIM, Nahyun M., et al. Inhibitory effect of flavonoids against NS2B-NS3 protease of ZIKA virus and their structure activity relationship. *Biotechnology letters*. 2017, roč. 39, čís. 3, s. 415–421.
- POULSEN, M. M.; JØRGENSEN, J. O.; JESSEN, N., et al. Resveratrol in metabolic health: an overview of the current evidence and perspectives. *Ann N Y Acad Sci.* 2013, roč. 1290, s. 74–82
- SOLEAS, G. J.; DIAMANDIS, E. P.; GOLDBERG, D. M. The world of resveratrol. *Adv Exp Med Biol.* 2001, roč. 492, s. 159–82.

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdělení respondentů dle pohlaví.....	74
Tabulka 2: Věkové rozmezí respondentů .....	75
Tabulka 3: Denní konzumace čerstvé zeleniny a ovoce .....	76
Tabulka 4: Užívání vitaminových doplňků stravy.....	77
Tabulka 5: Typ vitaminových doplňků stravy .....	78
Tabulka 6: Konzumace mořských ryb .....	79
Tabulka 7: Častost konzumace mořských ryb .....	80
Tabulka 8: Pravidelná konzumace ořechů .....	81
Tabulka 9: Konzumace zastudena lisovaných olejů .....	82
Tabulka 10: Užívání doplňků stravy obsahujících omega-3 mastné kyseliny.....	83
Tabulka 11: Konzumace živočišných zdrojů bílkovin .....	84
Tabulka 12: Konzumace rostlinných zdrojů bílkovin.....	85
Tabulka 13: Konzumace zdrojů beta-glukanů .....	86
Tabulka 14: Pravidelná konzumace zdrojů probiotik .....	87
Tabulka 15: Pití zeleného čaje .....	88
Tabulka 16: Pravidelné pití malého množství červeného vína .....	89
Tabulka 17: Jak často respondenti trpí na respirační onemocnění .....	90
Tabulka 18: Názor respondentů, zda výživa má vliv na funkci imunitního systému.....	91
Tabulka 19: Názor respondentů, zda si všimli, že se jim vlivem nesprávného stravování zhoršil jejich zdravotní stav z hlediska infekčních onemocnění.....	92

## Seznam grafů

Graf 1: Rozdělení respondentů dle pohlaví .....	74
Graf 2: Věkové rozmezí respondentů .....	75
Graf 3: Denní konzumace čerstvé zeleniny a ovoce .....	76
Graf 4: Užívání vitaminových doplňků stravy .....	77
Graf 5: Typ vitaminových doplňků stravy .....	78
Graf 6: Konzumace mořských ryb .....	79
Graf 7: Častost konzumace mořských ryb .....	80
Graf 8: Pravidelná konzumace ořechů .....	81
Graf 9: Konzumace zastudena lisovaných olejů .....	82
Graf 10: Užívání doplňků stravy obsahujících omega-3 mastné kyseliny .....	83
Graf 11: Konzumace živočišných zdrojů bílkovin .....	84
Graf 12: Konzumace rostlinných zdrojů bílkovin .....	85
Graf 13: Konzumace zdrojů beta-glukanů .....	86
Graf 14: Pravidelná konzumace zdrojů probiotik .....	87
Graf 15: Pití zeleného čaje .....	88
Graf 16: Pravidelné pití malého množství červeného vína .....	89
Graf 17: Jak často respondenti trpí na respirační onemocnění .....	90
Graf 18: Názor respondentů, zda výživa má vliv na funkci imunitního systému .....	91
Graf 19: Názor respondentů, zda si všimli, že se jim vlivem nesprávného stravování zhoršil jejich zdravotní stav z hlediska infekčních onemocnění .....	92

## **Seznam příloh**

**Příloha č. 1: Dotazník k diplomové práci**

## DOTAZNÍK K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Téma:

### VLIV VÝŽIVY NA IMUNITNÍ STAV JEDINCŮ SE SEDAVÝM TYPEM ZAMĚSTNÁNÍ

Dobrý den,

Jmenuji se Daniela Kalistová a jsem studentkou Katedry Výchovy ke zdraví na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích.

V rámci praktické části mé diplomové práce „Vliv výživy na imunitní stav jedinců se sedavým typem zaměstnání“ jsem zpracovala tento dotazník a tímto bych Vás chtěla požádat o jeho vyplnění. Vyplněním dotazníku rovněž dáváte souhlas s anonymním zpracováním a vyhodnocením získaných dat.

Děkuji za Váš čas a ochotu mi pomoci se získáním dat potřebných ke zpracování praktické části mé diplomové práce.

## DOTAZNÍK

### 1. Pohlaví

- žena
- muž

### 2. Věkové rozmezí

- 20-30 let
- 30-40 let
- 50-60 let
- nad 60 let

### 3. Jíte denně čerstvou zeleninu a ovoce?

- ano
- ne

**4. Užíváte nějaké vitaminové doplňky stravy?**

- ano
- ne

**5. Jaké vitaminové doplňky užíváte?**

- vitamin C
- vitaminy skupiny B
- kombinaci různých druhů vitaminů
- vitaminové doplňky neužívám

**6. Zařazujete do svého jídelníčku mořské ryby?**

- ano
- ne

**7. Jak často konzumujete mořské ryby?**

- 1 - 2krát týdně
- méně než 1krát týdně
- málokdy
- nejím mořské ryby

**8. Konzumujete (pravidelně) ořechy?**

- ano
- ne

**9. Přidáváte zastudena lisované oleje do vašeho jídelníčku (např. olivový, avokádový aj.)?**

- ano
- ne

**10. Užíváte doplňky stravy obsahující omega-3 mastné kyseliny?**

- ano
- ne

**11. Konzumujete živočišné zdroje bílkovin – maso, vejce, mléko a mléčné výrobky?**

- ano
- ne
- konzumuji alespoň jednu z variant

**12. Konzumujete rostlinné zdroje bílkovin – luštěniny, sóju, tofu apod.?**

- ano
- ne



**13. Konzumujete zdroje beta-glukanů – celozrnné výrobky, houby shiitake / reishi apod.?**

- ano
- ne

**14. Konzumujete pravidelně zdroje probiotik (kysané mléčné výrobky – kefir, acidofilní mléko aj.)?**

- ano
- ne

**15. Pijete zelený čaj?**

- ano – pravidelně
- ano, ale ne často
- ne

**16. Pijete pravidelně malé množství červeného vína (např. 1 - 2dcl)?**

- ano
- ne

**17. Jak často trpíte na respirační onemocnění (např. viróza, chřipka)?**

- několikrát / rok
- jednou / rok
- méně než jednou / rok

**18. Myslíte si, že má výživa vliv na funkci imunitního systému?**

- ano
- ne
- nevím

**19. Všimli jste si, že se Vám vlivem nesprávného stravování (např. nedostatek bílkovin a vitamínů) zhoršil Váš zdravotní stav z hlediska infekčních onemocnění (častá onemocnění, prodloužení procesu uzdravení)?**

- ano
- ne
- nevím

Děkuji za vyplnění dotazníku a přeji hezký den.